

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

THIAGO CARVALHO DE CESARE

**AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE
PRODUÇÃO NAS EMPRESAS - EM BUSCA DA
SUSTENTABILIDADE DO SISTEMA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CORNÉLIO PROCÓPIO
2016

THIAGO CARVALHO DE CESARE

**AVALIAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE
PRODUÇÃO NAS EMPRESAS - EM BUSCA DA
SUSTENTABILIDADE DO SISTEMA**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso Superior de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica – DAMEC - da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. José Tomadon Junior

CORNÉLIO PROCÓPIO
2016



Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Cornélio Procópio
Departamento Acadêmico de Mecânica
Curso de Engenharia Mecânica

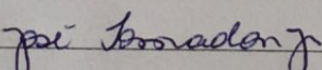


FOLHA DE APROVAÇÃO

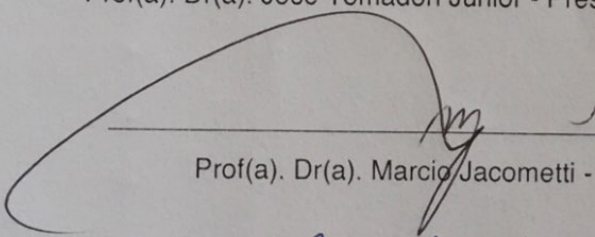
Thiago Carvalho De Cesare

Avaliação da implementação do Sistema Toyota de Produção nas empresas - Em busca da sustentabilidade do sistema

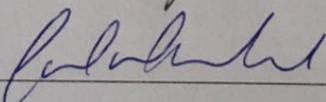
Trabalho de conclusão de curso apresentado às 11:00hs do dia 17/11/2016 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico no programa de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.



Prof(a). Dr(a). José Tomadon Júnior - Presidente (Orientador)



Prof(a). Dr(a). Marcio Jacometti - (Membro)



Engenheiro(a) Esp. Carlos De Nardi - (Membro)

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Ana Paula, sem seu constante apoio e incentivo, dificilmente poderia ter sido possível vencer esse desafio.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. José Junior Tomadon pelo tempo dedicado em sua orientação, e pelos conhecimentos compartilhados que possibilitaram a elaboração desse trabalho.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles a trajetória que se encerra com esse trabalho, nunca poderia ter sido iniciada.

Aprender não é obrigatório... e a sobrevivência também não.
- W. Edwards Deming, consultor, estatístico e educador americano.

RESUMO

CESARE, Thiago Carvalho De. **Avaliação da implementação do Sistema Toyota de Produção nas empresas - em busca da sustentabilidade do sistema.**

2016. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Mecânica.

Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2016.

O Sistema Toyota de Produção e suas variantes de métodos de produção enxuta tem alcançado excelentes resultados em diversos estudos de caso de sua aplicação parcial em empresas dos mais variados ramos de atividade. Este trabalho apresenta um estudo sobre a real sustentabilidade, com o passar do tempo, desses conceitos e métodos de produção enxuta em empresas, em uma análise comparativa com a sustentabilidade encontrada na Toyota, empresa fundadora e uma das únicas que aplicam todos os conceitos com uma visão de longo prazo, não apenas focadas em melhorias imediatas e implementações superficiais. Por meio de uma pesquisa quantitativa fundamentada no método de Revisão Bibliográfica Sistematizada, entre outras constatações descobriu-se que a maioria das empresas não conseguem sustentar as melhorias obtidas inicialmente por não compreender a filosofia da melhoria contínua como a Toyota compreende, realizando uma real abordagem sistêmica e orgânica de todo o processo produtivo.

Palavras-chave: Sistema Toyota de Produção. Produção Enxuta. Sustentabilidade. Melhoria Contínua.

ABSTRACT

CESARE, Thiago Carvalho De. **Evaluation of the implementation of Toyota Production System in companies - in search of the system's sustainability.** 2016. 73 f. Completion of Course Work (Graduation) – Mechanical Engineering. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Cornélio Procópio, 2016.

The Toyota Production System and its variants of lean production methods have achieved excellent results in several case studies of its partial implementation in companies of various industries. This academic work presents a study of the real sustainability, over time, these concepts and lean production methods in companies, in a comparative analysis with sustainability found in Toyota, company founder and one of the ones that apply all the concepts with a long-term vision, not only focused on immediate improvements and superficial implementations. Through a quantitative research based on Systematized Literature Review method, among other findings it was found that most companies cannot sustain the improvements obtained initially because not understand the philosophy of continuous improvement as Toyota understands, performing a real systemic and organic approach of the entire production process.

Keywords: Toyota Production System. Lean Manufacturing. Sustainability. Continual Improvement Process

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cronograma de Implementação	31
Figura 2 - Etapas da RBS.	42
Figura 3 - Resumo da análise de resultados.....	45
Figura 4 - Modelo do A3 operacional	53

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

LM	<i>Lean Manufacturing</i> (Produção Enxuta)
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Adjust</i> (Planejar, Fazer, Checar e Ajustar)
STP	Sistema Toyota de Produção
4Ps	<i>Problem Solving, People and Partners, Process, Philosophy</i> (Solução de Problemas, Pessoas e Parceiros, Processos e Filosofia)
PE	Produção Enxuta
EC	Estudo de Caso
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
STRINGS	Sequencia de Pesquisa
Link	Atalho para acesso de um <i>site</i>
Site	Endereço eletrônico na internet
RBS	Revisão Bibliográfica Sistematizada
CEO	<i>Chief Executive Officer</i> (Diretor Executivo)
ROI	<i>Return of Investment</i> (Retorno sobre investimento)
MITI	Ministério do Comércio Exterior e Indústria do Japão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. GERAL	14
2.2. ESPECÍFICOS	14
3. JUSTIFICATIVA	15
4. EMBASAMENTO TEÓRICO	16
4.1. CONTEXTO HISTÓRICO - A ORIGEM DO STP	16
4.2. PRODUÇÃO ENXUTA – A BASE DO STP	17
4.2.1. Ferramentas Importantes do STP	19
4.2.2. Mapeamento do Fluxo de Valor	19
4.2.3 O Sistema 5s.....	19
4.2.4 <i>Kaizen</i>	20
4.2.5 <i>Takt Time</i>	21
4.2.6 <i>Kanban</i>	21
4.2.7 O Ciclo <i>PDCA</i>	22
4.3 PASSO A PASSO DE UMA IMPLEMENTAÇÃO STP SEGUNDO SHINGO (1996)	23
4.3.1 Preparação do Terreno	24
4.3.2 Processo	24
4.3.3 Operações.....	24
4.3.4 Um Sistema de Estoque de Amortecimento	25
4.3.5 Rumo aos <i>Setups</i> TRF (Troca Rápida de Ferramentas)	26
4.3.6 Redução do Ciclo de Produção.....	26
4.3.7 Iniciando a Produção de Fluxo Integrado.....	26
4.3.8 Utilizando o <i>Nagara</i> Como Elemento de Construção do Sistema.....	27
4.3.9 Rumo a Produção Com Fluxo Amplamente Integrado.....	27
4.3.10 Rumo a um Sistema de Produção Segmentado	27
4.3.11 Balanceamento e Sistema de Produção Mista	28
4.3.12 Rumo as Operações Multimáquinas	28
4.3.13 Rumo a Pré Automação	29
4.3.14 O Desafio dos Zero Defeitos	29
4.3.15 Rumo a um Sistema <i>Kanban</i>	30

4.3.16 Um Cronograma para Introduzir o Sistema Toyota de Produção e o Sistema <i>Kanban</i>	30
4.4 CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE NAS IMPLEMENTAÇÕES ENXUTAS ..	32
4.4.1 A Análise de Riscos Segundo Marodin	33
4.4.2 As Diretrizes Sustentáveis de Liker.....	35
4.4.3 Filosofia – Espelhando-se na Toyota	36
4.4.4 Pessoas - A importância das Pessoas na Mudança	37
4.4.5 Processos – Onde as Pessoas Aplicam Seus Conhecimentos Enxutos	38
4.4.6 Solução de Problemas – Buscando a Real Origem dos Problemas	39
5. METODOLOGIA	41
5.1 FASE 1: ENTRADA.....	42
5.1.1 Etapa 1.1 – Problema.....	42
5.1.2 Etapa 1.2 – Objetivos	42
5.1.3 Etapa 1.3 – Fonte Secundária.....	43
5.1.4 Etapa 1.4 – <i>Strings</i> de Busca.....	43
5.1.5 Etapa 1.5 – Critérios de Inclusão	43
5.1.6 Etapa 1.6 – Critérios de Qualificação.....	43
5.1.7 Etapa 1.7 – Método e Ferramentas.....	44
5.2 FASE 2: PROCESSAMENTO	44
5.2.1 Etapa 2.1 – Busca	44
5.2.2 Etapa 2.2 – Análise dos Resultados	44
5.2.3 Etapa 2.3 – Documentação.....	45
5.3 FASE 3: SAÍDA	45
5.3.1 Etapa 3.1 – Alertas.....	45
5.3.2 Etapa 3.2 – Cadastro e Arquivo	45
5.3.3 Etapa 3.3 – Síntese e Resultados.....	46
5.3.4 Etapa 3.4 – Modelos Teóricos.....	46
6. ESTUDOS DE CASO	47
6.1 ESTUDO DE CASO 1 - IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA EM UMA EMPRESA DE MANUFATURA ELETRÔNICA	47
6.2 ESTUDO DE CASO 2 - APLICAÇÃO DOS CONCEITOS DO <i>LEAN MANUFACTURING</i> PARA MELHORIA DO PROCESSO EM UMA EMPRESA DE ELETRODOMÉSTICOS	49
6.3 ESTUDO DE CASO 3 - APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS ENXUTAS COMO FORMA DE MELHORAR O DESEMPENHO NA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO EM	

UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS ELÉTRICAS DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO	52
6.4 ESTUDO DE CASO 4 - IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS NA IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA AUTOMOTIVA	55
6.5 ESTUDO DE CASO 5 - ANÁLISE DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO EM DUAS EMPRESAS DE RAMOS INDUSTRIAIS DISTINTOS.	57
7. ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DOS ESTUDOS DE CASO.....	59
7.1 FILOSOFIA.....	59
7.2 PESSOAS	60
7.3 PROCESSOS.....	62
7.4 SOLUÇÃO DE PROBLEMAS	64
7.5 TABELA DE CONCEITOS DE IMPLEMENTAÇÕES SUSTENTÁVEIS	65
7.6 ANÁLISE DE RISCOS SEGUNDO MARODIN (2012).....	65
8. CONCLUSÃO	70
9. REFERÊNCIAS.....	71

1. INTRODUÇÃO

Desde os anos 50 a produção em grandes lotes vem perdendo força e cedendo lugar à produção flexível, centrada não somente em equipamentos, mas também em mão de obra qualificada, equipes integradas e responsáveis pela análise e solução de problemas, que prezam por valores como cooperação e a participação, configurando assim uma visão contemporânea da organização do trabalho nas empresas. (LIKER e FRANZ, 2013)

Inúmeras companhias têm se interessado no modelo Toyota, procurando adaptá-lo aos seus sistemas produtivos. É comum observar a aplicação de parcelas do Sistema Toyota de Produção (STP) nas fábricas brasileiras sem, contudo, haver qualquer vínculo maior com o STP, ou seja, alguns elementos são adotados isoladamente, desvinculados da visão sistêmica. (MULLER, 1996).

Segundo Liker e Franz (2013), o objetivo de se observar a Toyota não é decidir se ela é sempre perfeita e se todos os gerentes da empresa são cidadãos-modelos. O verdadeiro objetivo é aprender com ela para que possamos melhorar nossas próprias organizações. Dezenas de milhares de organizações aplicaram os conceitos enxutos básicos desenvolvidos pela Toyota, com resultados fantásticos. Infelizmente, em geral os resultados são isolados e não se sustentam, pois as empresas não os levam longe o suficiente para realizar o tipo de transformação possibilitada pela verdadeira melhoria contínua.

Muller (1996) afirma que pouco é discutido acerca das lógicas japonesas de controle e custeio. No ocidente esta questão talvez seja mais proeminente, já que não se tem uma ênfase em planejamento na mesma medida que os japoneses. No Japão se planeja mais, podendo-se controlar menos; no ocidente, em geral, o processo é inverso.

O sucesso da Toyota inspirou dezenas de milhares de organizações a adotarem algum tipo de Programa “Enxuto”. O foco do sistema enxuto está sempre no cliente e no fluxo de valor. Ele representa a busca pela excelência com a eliminação constante de perdas por meio da solução de problemas. Mas uma grande pesquisa conduzida pela *Industry Week* em 2007 descobriu que apenas 2% das empresas com programas enxutos alcançaram os resultados antecipados. (WEEK/MPI, 2007).

Diversas empresas realizam a implementação de conceitos do STP em suas linhas de produção, mas poucas delas realizam mudanças preocupadas com o real conceito de melhoria contínua e sustentabilidade. O sucesso geralmente ocorre devido a mudanças de processos, deixando as pessoas em segundo plano resultando em uma tendência de retornar a maneira anterior de operar, ao primeiro sinal de dificuldade.

Este trabalho realizará uma comparação de estudos de caso, de aplicações reais do STP em empresas visando compreender se os métodos adotados englobaram, ou não, diretrizes na tentativa de manter a sustentabilidade da implementação com o passar do tempo. Sua importância é a identificação de quais práticas devem ser cultivadas, quais devem ser evitadas para que uma implementação continue a produzir bons resultados, mesmo com a diferença cultural entre empresas ocidentais e empresas orientais que são a base e berço do STP.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Comparar as diretrizes da implementação dos conceitos do STP nos estudos de caso visando identificar se foram implementadas melhorias com real compromisso de sustentabilidade de longo prazo.

2.2. ESPECÍFICOS

Para o cumprimento do objetivo geral, os objetivos específicos listados abaixo serão buscados:

- Identificação de artigos que possuem estudos de caso do STP aplicado.
- Identificação dos motivos que levaram tais empresas a se interessarem pelo STP.
- Comparação da implementação e dos resultados imediatos obtidos *versus* reais diretrizes necessárias para uma abordagem sustentável real e mais próxima da encontrada na Toyota.

3. JUSTIFICATIVA

O Sistema Toyota de Produção é a abordagem única da Toyota. É a base para grande parte do movimento de “produção enxuta” que é tendência na indústria há aproximadamente 10 anos. Apesar da enorme influência do movimento enxuto, a maioria das tentativas de implementar esse conceito tem sido um tanto superficial. A razão é que a maior parte das empresas concentram-se demais em ferramentas como 5S e *just-in-time*, sem compreender o conceito de “enxuto” como um sistema que deve permear a cultura de uma organização. Na maioria das empresas onde o conceito é implementado, a administração superior não se envolve com as operações do dia-a-dia e com a melhoria contínua que o constituem (LIKER, 2005, p.29).

O comitê do Prêmio *Shingo*, que reconhece excelência em produção enxuta, pesquisou os vencedores dos anos anteriores e descobriu que muitos não conseguiram sustentar seu progresso depois de receber o prêmio. (LIKER e FRANZ, 2013)

O baixo índice de empresas que obtiveram sucesso real e sustentável com a aplicação do Sistema Toyota de Produção (STP) e seus programas enxutos motivou a intenção de comparação dos motivos e causas pelas quais a sustentabilidade não foi atingida e posteriormente quais seriam as praticas mais adequadas e quais as que exigiriam um maior esforço da empresa para manter a sustentabilidade e efetividade do STP ao passar do tempo.

4. EMBASAMENTO TEÓRICO

Para a compreensão da relevância do STP, e de seus métodos de produção enxuta, inicialmente será apresentada uma breve introdução de sua origem histórica, seguido dos principais conceitos da produção enxuta, com destaque para o passo a passo de uma implementação segundo Shingo (1996), para finalmente discutir os fatores que colaboram para a sustentabilidade de uma implementação.

4.1. CONTEXTO HISTÓRICO - A ORIGEM DO STP

A produção enxuta surgiu nas fábricas da Toyota Motor Corporation, no Japão. Ao perceber a inviabilidade de utilização do modelo norte americano no mercado interno do Japão, Eiji Toyoda, seu fundador, se viu forçado a repensar tal modelo, adequando-o à demanda reduzida e fragmentada desse mercado (VIEIRA, 2010).

Na década de 50, a *Toyota Motor Co* acreditava que podia ser um produtor automobilístico completo, com uma gama de novos modelos, sem precisar usar os mesmos métodos de produção de Detroit. Essa crença contrariava as orientações do Ministério do Comércio Exterior e Indústria do Japão (MITI), que insistia ser a escala de produção elevada e especializada em um determinado tipo e tamanho de carro o primeiro requisito de uma indústria automobilística internacionalmente competitiva. Apesar disso, a Toyota e seus dirigentes decidiram não se tornar apenas “mais um na indústria automobilística mundial”. Eiji Toyoda, sobrinho de Kiichiro Toyoda, fundador da *Toyota Motor Company*, adquiriu tal convicção após retornar a Nagoya de uma viagem de três meses visitando as instalações da *Ford* em *Detroit*. Eiji, um engenheiro de habilidades e ambições singulares, tinha bem claro que simplesmente copiar e aperfeiçoar o modelo de Rouge seria muito difícil. Tanto ele quanto o seu colaborador e principal engenheiro de produção da companhia, Taiichi Ohno, estavam convencidos de que a produção em massa jamais funcionaria no Japão (WOMACK et al., 1992).

4.2. PRODUÇÃO ENXUTA – A BASE DO STP

De maneira geral, o sistema de produção enxuta, consiste na aplicação de práticas que visam à identificação e eliminação de desperdícios (perdas) no sistema produtivo, bem como a busca incessante por melhor qualidade, custos mais baixos e maior flexibilidade. (CRUZ, 2011)

Liker e Meier (2007) destacam os sete tipos principais de perdas ou desperdícios nos processos de manufatura, identificados pela Toyota. Os autores ressaltam que a identificação dessas perdas pode ser aplicada em diversas áreas, não só em uma linha de produção. Outros exemplos de aplicação citados pelos autores consistem em desenvolvimento de produto, recebimento de pedidos e organização no escritório. Os sete tipos principais de desperdícios são:

1. Superprodução: produção de itens em quantidades desnecessárias, de forma excessiva, criando assim outras perdas como custos com excesso de pessoal, armazenagem e transporte;

2. Espera: esta ligada a ociosidade de mão-de-obra ou de equipamentos, ou seja, tempo sem trabalho enquanto não chega uma ferramenta, suprimento, ou mesmo, aguardando pela próxima etapa de um processo;

3. Transporte desnecessário: movimentação de materiais ou pessoas por longas distâncias, as quais não contribuem para o valor agregado para o produto;

4. Super processamento ou processamento incorreto: consiste na execução de tarefas desnecessárias para a produção do produto, ou mesmo, por erros em análises de projeto e má qualidade das ferramentas, gerando produtos defeituosos;

5. Estoque: armazenamento em excesso de matéria-prima, estoque em processo ou produtos acabados, geram custos com transporte e armazenagem e atrasos, além de defeitos, baixo desempenho do serviço prestado ao cliente e *lead time* mais longo;

6. Movimento desnecessário: qualquer movimento que seja desnecessário ou sem valor agregado para o produto, tais como localizar, procurar ou empilhar peças, ferramentas, entre outros, pois caminhar também é perda;

7. Defeitos: produção de produtos defeituosos ou correção dos mesmos. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção, gera desperdício de tempo, de manuseio e de esforço.

Para os autores, existe ainda um oitavo tipo de perda que esta relacionada a não utilização da criatividade dos funcionários, por não envolvê-los ou ouvi-los para adquirir mais melhorias, ideias ou habilidades.

Womack (1992), acredita que a produção enxuta é “enxuta” por utilizar menores quantidades de tudo em comparação com a produção em massa: metade dos esforços dos operários na fábrica, metade do espaço para fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo. Segundo o autor a produção enxuta requer menos de metade dos estoques atuais no local de fabricação, além dos benefícios como: menos defeitos e uma maior variedade e crescente variedade de produtos.

Para Liker (2005), a transformação, física ou de informações, do produto ou serviço, segundo os requisitos do cliente, é a única coisa que agrega valor nos processos de produção. Baseado nesse conceito, o STP se pergunta continuamente: que valor está sendo agregado ao produto? E para responder essa questão, o “Modelo Toyota vai muito além de uma serie de ferramentas enxutas, como parecem pensar boa parte das empresas que se propõem a introduzir o sistema enxuto nos seus processos”.

O Modelo Toyota oferece um estudo de caso profundo de uma empresa em sua busca por excelência operacional por meio da melhoria contínua, e como ela transformou essa busca em um diferencial estratégico. Segundo Liker (2013), desde os altos executivos às pequenas equipes no chão de fábrica, todos devem possuir uma energia enorme focada na melhoria continua. Dentro dos princípios de gestão derivados de seu estudo intenso da Toyota no modelo dos 4Ps, um sistema integrado de filosofia, processos, pessoas e solução de problemas, (*Problem solving, people and partheners, process e philosophy*) a filosofia é o alicerce pois as decisões administrativas sempre seguem uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento das metas financeiras de curto prazo. O fato mais impressionante sobre a Toyota é a consistência dos valores e a ideia de missão que transpassa toda a empresa. O foco externo está sempre em agregar valor para o cliente e a sociedade. O foco interno está em desenvolver pessoas excepcionais e desafiá-las continuamente para superar os limites de suas capacidades. (LIKER e FRANZ, 2013 p.8)

O STP utiliza diversas ferramentas para sua fundamentação, as de principal relevância para o estudo da sustentabilidade serão citadas resumidamente na próxima seção.

4.2.1. Ferramentas Importantes do STP

As ferramentas: Mapeamento do Fluxo de Valor, O Sistema 5s, *Kaizen*, *Takt Time*, *Kanban* e Ciclo *PCDA* serão expostas para oferecer fundamentação à discussão de sustentabilidade de uma implementação STP.

4.2.2. Mapeamento do Fluxo de Valor

O Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta que fornece uma visão global de todas as etapas do processo de um produto, desde o fornecedor até o cliente final, em termos de fluxos físicos e de informação, analisando todas as atividades que agregam ou não valor para propor melhorias (ROTHER et al., 2003).

Segundo Womack (2004), uma vez que o “valor” tenha sido especificado com precisão, o “fluxo de valor” dos produtos tenha sido totalmente mapeado pela empresa, e as etapas causadoras de desperdícios, eliminadas de forma ponderada, o próximo passo é fazer com que as etapas restantes, e que criam valor, possam fluir. Surgem então equipes orientadas pela geração de valor.

O Mapeamento do Fluxo de valor descreve detalhadamente como a produção deveria operar para criar fluxo. Utilizando ícones e símbolos para representar através de figuras o fluxo de materiais e de informações que o produto segue no fluxo de valor. A partir da aplicação dos princípios enxutos apresenta propostas de melhorias, implementando um novo fluxo que agregue valor (ROTHER et al., 2003).

4.2.3 O Sistema 5s

A técnica dos 5 “S”, *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu*, *Shitsuke*; propicia um ambiente para melhorias, organização e execução das tarefas. Tem em seu foco a

ação contínua da organização, arrumação, limpeza, padronização e disciplina, de forma a melhorar a qualidade de vida dos funcionários e aumentar a produtividade. É uma técnica voltada à eliminação de desperdícios. (ROTHER et al., 2003).

O 5s visa manter ambientes de trabalho organizados e limpos, reduzir desperdícios, mudar os comportamentos e as atitudes tornando as pessoas mais produtivas e satisfeitas envolvendo todas as áreas da empresa (CAMPOS, 1992).

4.2.4 *Kaizen*

Kaizen é uma palavra de origem japonesa que significa “melhoramento”. Este conceito tem seu foco na melhoria contínua, com destaque na maneira como as coisas são feitas, isto é, o sistema ou processo, sendo o resultado uma consequência natural da maneira com que se melhora o processo. (LIKER e FRANZ, 2013).

Segundo Imai (1994), a essência do *Kaizen* é simples e direta: *Kaizen* significa melhoramento. Mais ainda, *Kaizen* significa melhoramento contínuo, envolvendo todos, inclusive gerentes e operários. A Filosofia do *Kaizen* afirma que o nosso modo de vida seja no trabalho, na sociedade ou em casa – merece ser constantemente melhorado.

Segundo Laraia (2009), existem vários tipos de atividade *Kaizen*. Tais atividades tem uma grande abrangência desde o desenvolvimento de soluções para problemas do chão de fábrica até à implementação de um plano predeterminado de mudanças chegando à fluidez do curso de um trabalho burocrático.

Laraia (2009) ainda define uma divisão do processo em três fases:

1. Preparação. Decidir quem estará na equipe. Informar às pessoas na área de processo e àquelas que darão suporte ao Evento, o que elas devem esperar e qual poderá ser a consequência.

2. Evento *Kaizen*. O evento essencial termina numa demonstração da alteração de um processo.

3. Acompanhamento. Padronizar os ganhos e torná-los parte de operações contínuas.

O grande valor do *Kaizen* é o seu poder de gerar um ambiente de comprometimento com as metas propostas de melhoria contínua criando um forte

clima motivacional em realizar os trabalhos, valorizando o esforço da equipe, todos em prol do mesmo objetivo. (HIRATA, 1993).

4.2.5 *Takt Time*

Uma forma de sincronizar a produção das células de manufatura se dá através do cálculo e uso do tempo *takt* (*takt time*), que é o tempo máximo necessário para fornecer uma peça. Ele é calculado dividindo-se o tempo disponível para fabricação pela quantidade a ser produzida, conforme a demanda dos clientes (ZAGONEL et al., 2007).

Takt Time - define o ritmo da produção, ou seja, é a frequência na qual se deve produzir um produto sincronizando a velocidade de produção ao ritmo de vendas, para atender a demanda do mercado (ROTHER et al., 2003);

4.2.6 *Kanban*

Segundo Silva, (2007) o *Kanban*, é uma ferramenta que auxilia na tarefa de puxar a produção e basicamente consiste em cartões como meio de transporte das informações, que podem ser: nome e número da peça, local de armazenamento e local do processo de consumo. Fundamentalmente, o cartão *Kanban* se torna uma ordem de fabricação para cada processo, evitando, dessa forma, a superprodução.

O *Kanban* é um sistema de informação visual que permite o STP fluir suavemente, sem ser necessário a manutenção de estoque extra, pois indica claramente o que, e quanto é preciso da fase anterior, assim como transmitir a informação sobre apanhar ou receber a ordem de produção. (SILVA et al., 2007)

Segundo Shingo (1996), a ferramenta empregada para operar o STP é o *Kanban*. Suas funções são definidas por:

- Conter o desperdício pelo excesso de produção: produzindo só a quantidade a ser utilizada no processo posterior;
- Fornecer informações para a produção e para a retirada: como “o que”, “quando”, e “quanto” produzir e transportar;

- É um instrumento de controle visual: Permite decidir rapidamente sobre a anormalidade;
- É um instrumento para melhoria contínua: É utilizado como contramedida no aumento do estoque e na detecção das causas de variações de estoque.

4.2.7 O Ciclo PDCA

O PDCA, também conhecido como ciclo de Deming, foi introduzido no Japão após a segunda guerra mundial. Segundo Daychoum (2007) o ciclo de Deming tem por princípio tornar mais claros e ágeis os processos envolvidos na execução da gestão.

Segundo Marshall et al. (2008) o PDCA é uma ferramenta gerencial para promoção da melhoria contínua e reflete, em quatro fases, a base da filosofia do melhoramento contínuo. Ele permite que os processos sejam ao mesmo tempo avaliados durante sua operacionalização e forneçam subsídios (retroalimentação) para melhorias, através do giro contínuo do seu ciclo.

PDCA significa planejamento – execução – verificação - ajuste e serve de base para o sistema de solução de problemas desenvolvido por Walter Shewhart no *Bell Laboratories* a partir de 1925. W. Edwards Deming, discípulo de Shewhart, ensinou o método PDCA de solução de problemas no Japão na década de 1950 e encontrou um público muito interessado na Toyota. O PDCA reconhece que a vida e os negócios são dinâmicos, e leva as pessoas a desenvolverem um método disciplinado para identificar, definir e resolver problemas à medida que ocorrem, de preferência um a um. O planejamento é crítico e essencial, pois antes de mais nada é preciso identificar a lacuna entre a situação real e a meta, além da causa-raiz do problema. Depois que a causa-raiz foi identificada, as contramedidas podem ser desenvolvidas e testadas na prática. O ato de verificar e ajustar significa que você compara o resultado esperado com o resultado real e modifica o planejamento no próximo ciclo. As novas práticas padronizadas são compartilhadas e o processo começa de novo. Muitas vezes a letra representa o termo ação, mas preferimos ajuste, pois reflete a dinâmica da aprendizagem. Seu conhecimento e habilidade vão crescendo e se aprofundando à medida que você continua a executar os ciclos de PDCA. (LIKER e FRANZ, 2013 p. 28)

Segundo Marshall et al. (2008) o PDCA é dividido nas seguintes fases:

Primeira Fase: *Plan* (planejar): Esta fase é representada pelo estabelecimento de objetivos e metas, com base nas diretrizes da empresa. Normalmente as metas ou estratégias são desdobradas do planejamento estratégico.

Segunda Fase: *Do* (fazer): Esta fase de implementação do planejamento, para isso é necessário treinar as pessoas para a execução.

Terceira Fase: *Check* (checar): É quando se verifica se o planejado foi consistentemente alcançado através da comparação entre metas desejadas e os resultados obtidos.

Quarta Fase: *Adjust* (ajustar): Caso as metas sejam alcançadas, é necessário adotar como padrão o planejado na primeira fase, caso isso não tenha sido possível é necessário procurar alternativas para prevenir os efeitos indesejados. Neste último caso, volta-se a primeira fase do PDCA e inicia-se o ciclo novamente até o problema ser solucionado.

A discussão do ciclo PDCA é relevante pois este conceito é a base do método de solução de problemas de Liker, um dos quatro pilares de uma implementação sustentável que serão tratados adiante neste Referencial Teórico.

4.3 PASSO A PASSO DE UMA IMPLEMENTAÇÃO STP SEGUNDO SHINGO (1996)

Shingo (1996), defende que apenas copiar as características externas do Sistema Toyota de Produção seria um erro, pois não é possível aplicá-lo sem uma compreensão geral dos princípios sobre os quais o STP está embasado. Os preceitos de uma correta implementação serão descritos a seguir, e segundo Shingo sem que esses preceitos sejam seguidos, consequências indesejáveis vão ocorrer e os resultados ficarão abaixo das expectativas.

4.3.1 Preparação do Terreno

Segundo Shingo (1996), o sistema Toyota de Produção faz do princípio de minimização dos custos a linha diretriz do seu estilo gerencial, ao contrário dos princípios de custo tradicionais. Nesse princípio é o consumidor que determina o preço de venda, e a empresa não alcançará lucro a menos que baixe os custos por meio da eliminação de perdas. Para isso é necessário um novo pensamento de produção, baseada em lotes pequenos e com fidelidade e busca constante ao princípio de estoque zero. Todos do alto executivo ao trabalhador do chão de fábrica devem compreender os seguintes pontos divididos em processo e operação, que serão tratados a seguir:

4.3.2 Processo

O Sistema Toyota de Produção insiste na eliminação do estoque, com uma preocupação com a superprodução programada (produzir mercadorias antes do tempo) ao invés da superprodução numérica (produzir muitas mercadorias). Com um estudo direcionado as causas que existem por trás da necessidade de estoque quaisquer problemas que causem instabilidade no processo de produção, como por exemplo quebra de máquinas e defeitos de qualidade, procuram ser evitados (SHINGO, 1996).

4.3.3 Operações

Para conseguir realizar um corte de custos de maneira geral, o STP reduz as forças de trabalho em direção a automação. Contudo são toleradas baixas taxas de operação das máquinas desde que ocorra redução nos custos com mão de obra e seja possível realizar operações simultâneas de máquinas (multimáquinas e multiprocessos). A alta gerencia precisa ter a consciência da necessidade eventual de parada da linha de produção devido a quebras e defeitos. Os tópicos seguintes vão tratar das melhorias do sistema de produção. Segundo Shingo, entender os

conceitos a seguir é de vital importância para evitar erros na implementação (SHINGO, 1996).

4.3.4 Um Sistema de Estoque de Amortecimento

Shingo (1996), defende que nas condições de trabalho reais o estoque proporciona um amortecimento contra as instabilidades de produção absorvendo impactos causados por quebras de máquinas, defeitos, alterações nas programações de entrega entre outros. Sair dessa abordagem diretamente para o estoque zero, é uma mudança muito abrupta que resultaria em gerar grandes problemas no chão de fábrica, que facilmente seriam ampliados levando em conta o desconforto dos trabalhadores e supervisores resistentes a mudança. Para uma mudança gradual Shingo sugere o uso do estoque de amortecimento que é definido por três etapas:

Etapa 1: Projetar o estoque atual como sendo o estoque de amortecimento e lacrá-lo.

Etapa 2: Sem depender desse estoque, realizar um teste diário no qual as peças oriundas de fornecedores ou de processos são supridas em lotes pequenos diretamente na linha de montagem.

Etapa 3: Caso ocorra defeitos ou quebras nos equipamentos “Pegar emprestado” itens do estoque de amortecimento

Etapa 4: Repor as quantidades emprestadas no dia seguinte.

O uso desse método é importante para descobrir a real quantidade de estoque de amortecimento necessária, além de oferecer segurança por ter disponível um estoque em caso de imprevistos e paradas repentinas. Contudo deve-se sempre objetivar em reduzir esse estoque, já que um número alto pode ocultar problemas que ocorrem de forma recorrente justamente devido a possibilidade de uso desse estoque de amortecimento (SHINGO, 1996).

4.3.5 Rumo aos *Setups* TRF (Troca Rápida de Ferramentas)

Sem o uso da TRF seria impossível responder as alterações nos pedidos tão presentes no STP de forma rápida e eficiente. O objetivo de implementar a TRF é a redução nos tempos de *setup*. Visitar uma empresa que já tenha implementado a TRF é uma maneira efetiva de aprender técnicas de implementação. Além disso deve-se realizar uma conscientização da equipe do chão de fábrica que, por exemplo seria possível reduzir um *setup* de 2 horas para 6 minutos. A maioria dos integrantes não acreditaria que tais melhorias seriam possíveis sem mudanças nos equipamentos por exemplo. Por isso levar uma equipe em uma empresa que já implementou a TRF, e depois tal equipe se torna responsável em repassar os conhecimentos adquiridos para outras áreas da fábrica, com certeza irá produzir um bom resultado (SHINGO, 1996).

4.3.6 Redução do Ciclo de Produção

A capacidade de atender demandas rápidas, para a produção contra-pedido e com estoque zero requer uma drástica redução nos ciclos de produção e algumas técnicas podem ser utilizadas para atingir essa redução, como por exemplo efetivar a produção em pequenos lotes, e ligar todas as plantas em um sistema de operações de fluxo completamente integradas (SHINGO, 1996).

4.3.7 Iniciando a Produção de Fluxo Integrado

Operações de fluxo podem ser aplicadas com êxito em processos de usinagem e prensagem por exemplo, para isso é necessário a equalização e sincronização de processos consecutivos e aperfeiçoamento do *layout* dos fluxos de peças unitárias, verificando onde melhorias de transporte poderiam ser implementadas. De imediato os resultados obtidos seriam economias de custo devido a um menor transporte, eliminação de esperas inter processos e redução nos estoques de produto acabado (SHINGO, 1996).

4.3.8 Utilizando o *Nagara* Como Elemento de Construção do Sistema

Atingir a produção de fluxo integrado em plantas múltiplas é um enorme desafio, por isso uma planta média tem muito mais chance de sucesso implementando o sistema *Nagara* em um único produto essencial. Modificar a divisão tradicional de trabalho de modo a formar um fluxo de processos, onde, por exemplo, fosse realizado a integração de operações de usinagem à pintura e em seguida à fixação de peças seria uma estratégia que gradualmente levaria ao desenvolvimento de uma ampla trama de operações de fluxos integrados (SHINGO, 1996).

4.3.9 Rumo a Produção Com Fluxo Amplamente Integrado

Existem poucos exemplos de empresas onde os fluxos de operações são integrados globalmente em um sistema único. Como citado anteriormente o primeiro passo seria tentar realizar uma integração entre os processos de fabricação, com uso adicional de equalização e sincronização para peças unitárias. Esse tipo de produção integrada contribuiria enormemente para elevar a produtividade devido aos cortes de custos relativos a um menor transporte e estocagem (SHINGO, 1996).

4.3.10 Rumo a um Sistema de Produção Segmentado

Os planos de produção em sua maioria são determinados mensalmente o que acaba por gerar confusão no chão de fábrica já que aumentos na demanda não são satisfeitos no mês seguinte, ou são introduzidos à força como tarefas urgentes. O correto seria a determinação de planos de produção num regime semanal ou de 10 dias no máximo. Assim a produção segmentada pode ser executada, a necessidade de produção urgente é eliminada já que variações na demanda podem ser atendida num prolongamento da produção ao próximo período de 10 dias. Outro benefício é a possibilidade de redução de estoques, que tornam-se desnecessários e não

precisam mais servir como margem de segurança contra demanda inesperadas (SHINGO, 1996).

4.3.11 Balanceamento e Sistema de Produção Mista

O conceito de balanceamento em si não é uma ideia nova, mas a grande ruptura proposta por Shingo consiste em combinar esse balanceamento para a produção em lotes pequenos, tornando os ajustes de carga compatíveis com a noção de estoque zero na forma de produção mista. Com a produção mista múltiplos produtos são organizados em paralelo o que resulta em reduções no estoque. Contudo devido a uma elevada necessidade de troca de ferramentas, é necessário a implementação de dispositivos à prova de erros, chamados de *Poka-yokes* que são dispositivos que permitem, por exemplo o encaixe de uma guia em uma máquina apenas de uma maneira, evitando erros provenientes de encaixes em outras posições (SHINGO, 1996).

4.3.12 Rumo as Operações Multimáquinas

Segundo Shingo (1996), as operações multimáquinas podem ser subdivididas em dois tipos, multimáquinas e multiprocessos.

As operações multimáquinas caracterizam-se geralmente por duas máquinas A e B que não possuem relação de processo, ou seja, enquanto a máquina A realiza um processo automático controlado à distância o operador por realizar a fixação e remoção de produtos da máquina B por exemplo. Esse método geralmente eleva a produtividade dos trabalhadores numa escala de 30 a 50%, e o número de máquinas máximo designado a um único trabalhador vai depender da duração do processo automático e do tempo desempenhado por ele para retirar e colocar as peças na máquina (SHINGO, 1996).

As operações multiprocessos consistem em máquinas A e B conectadas entre si pela sequência do processo, isso elimina os movimentos efetuados para estocar produtos temporariamente em prateleiras de armazenagem, presentes na operação multimáquinas. Como consequência o aumento da produtividade obtido é da ordem

de 50 a 100%. Uma das vantagens desse tipo de operação consiste no fato de que desequilíbrios na linha podem ser absorvidos quando o tempo de processamento por peça difere de um processo a outro. Caso ocorram mudanças na demanda basta modificar o número de máquinas sob responsabilidade de um operador para realizar o ajuste. Por fim Shingo destaca que perda unitária decorrente das operações manuais é cinco vezes maior do que as perdas por operações mecanizadas (SHINGO, 1996).

4.3.13 Rumo a Pré Automação

A pré automação é o resultado da soma das funções manuais humanas com as funções mentais, transportadas para as máquinas. Custos de mão de obra extremamente baixos podem ser o resultado da implementação da pré automação, isso se justifica pelo fato de não ser necessário manter um operador ao lado da máquina o tempo todo, o operador somente será acionado caso a máquina apresente algum sinal de irregularidade. Para diminuir a ocorrência de tais irregularidades é necessário a tomada de ações corretivas imediatas. Flutuações na demanda podem ser facilmente corrigidas pelo aumento ou diminuição das operações não supervisionadas (SHINGO, 1996).

4.3.14 O Desafio dos Zero Defeitos

Os defeitos geram desperdícios e causam confusão no processo de produção. O desafio em uma implementação STP é atingir o estágio de zero defeitos, e Shingo cita três componentes para alcançar esse resultado. A primeira é a realização de inspeções de 100% do que foi produzido, e não apenas a inspeção por amostragem. A segunda é o controle de qualidade que é baseado no primeiro critério com emprego adicional de inspeção na fonte, auto inspeção e verificações sucessivas. A terceira é a já citada instalação de dispositivos *Poka-yoke* como uma forma prática de satisfazer as condições defendidas pelos outros dois métodos (SHINGO, 1996).

4.3.15 Rumo a um Sistema *Kanban*

Segundo Shingo (1996), o sistema *Kanban* não é mais que um meio de colocar o STP em prática, e qualquer implementação para ser considerada completa deverá incluí-lo. Contudo o procedimento correto é a realização de uma profunda melhoria no sistema de produção de modo que o *Kanban* acabe por fluir naturalmente desse processo. Uma das limitações do *Kanban* é a sua aplicação restrita a processos repetitivos, salvo se for utilizado como mera identificação de etiquetas, instruções de trabalho e transporte para processos não repetitivos.

4.3.16 Um Cronograma para Introduzir o Sistema Toyota de Produção e o Sistema *Kanban*

A implementação do STP segundo Shingo (1996) tratado em detalhes anteriormente segue de forma resumida em um cronograma anual na tabela a seguir.

Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.																																																																																												
Percorrer a planta Sessões de estudo	Uso da TRF	Melhora do layout (homem máquina)	Um trabalhador, máquinas múltiplas ou um trabalhador responsabilidade por processos múltiplos (detecção de anormalidades)	Produção em pequenos lotes	Operação de fluxo (controle total), ampla operação de fluxo de peças unitárias (Sistema Nagara)	Operações de fluxo de peças unitárias	Pré-automação (detecção de anormalidades)	Automação com capacidade de detecção de anormalidade	Método da produção dividida (Produção Mista)	Sistema Kanban																																																																																													
													Defeito = (Sistema Poka-Yoke)	Método do estoque amortecedor																																																																																									

Figura 1 - Cronograma de Implementação.

Fonte: Adaptado de Shingo (1996)

4.4 CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE NAS IMPLEMENTAÇÕES ENXUTAS

Diversos autores discutem sobre os principais erros que as empresas cometem em suas implementações enxutas, fazendo com que as mudanças não sejam sustentáveis com o passar do tempo, por isso a determinação de diretrizes que poderiam ser usadas em uma implementação sustentável é tão importante.

Araújo (2004), afirma que muitos esforços na busca pela produção enxuta em empresas brasileiras vêm sendo decepcionantes, não obtendo os resultados desejados e causando desperdício de recursos, perda da confiança dos agentes de mudança, frustração dos envolvidos, e mais grave ainda medo de empreitar novas mudanças.

Segundo Liker (2013), a sustentabilidade da implementação de uma produção enxuta, pode ser medida usando o conceito de entropia. A entropia é um conceito físico originado na segunda lei da termodinâmica, segundo a qual a entropia, ou desordem, aumenta naturalmente com o tempo. Entropia pode ser considerada também como a quantidade de energia de um sistema físico que não está disponível para a realização de um trabalho.

Liker (2013) utiliza como exemplo um procedimento simples, o de ferver água. A Água só ferve quando se está aplicando energia em forma de calor, caso essa fonte de energia cesse o calor da água se dissipa e a ela esfria. Em outras palavras o nível de energia da água diminui naturalmente, e só volta a aumentar quando aplicamos energia na água novamente.

Neste ponto Liker (2013) aplica a comparação da produção enxuta com o sistema entrópico. Ao praticar a produção enxuta observa-se uma situação melhor, mas se nada mais for feito, as melhorias começam a se deteriorar e o processo tende a se reverter ao estado pré-enxuto. A produção em massa pode ser considerada como um estado de alta entropia, com desordem por todos os lados, e grande quantidade de energia potencial na forma de pilhas de estoque. Essas pilhas paradas permitem que o processo de manufatura opere a baixos níveis de energia, (defeitos de qualidade, máquinas estragadas e baixa produtividade por exemplo) sem, contudo, impedir o envio de produtos para os clientes. Num pensamento mais profundo Liker afirma que a segunda lei nos sistemas de manufatura tem a produção

em massa como um estado natural, e forçar o estado antinatural da produção enxuta exige aplicação constante de energia.

4.4.1 A Análise de Riscos segundo Marodin (2012)

Segundo Marodin (2012) existem muitos riscos envolvidos em uma implementação de Produção Enxuta. A maioria deles se deve ao fato das empresas não compreenderem como realizar uma implementação enxuta. Como já definido por Liker são poucas as empresas que conseguem uma sustentabilidade real de suas implementações, e a análise de riscos de Marodin (2012), auxilia essa fundamentação, ao enumerar os principais motivos (riscos) da falta de efetividade que posteriormente será convertida em uma baixa sustentabilidade nas implementações enxutas. Os riscos serão enumerados e descritos abaixo:

Risco 1: Desmotivação dos envolvidos após as primeiras mudanças.

Descrição: Desinteresse das pessoas em participar de atividades ligadas ao processo após alguns meses ou anos do início do processo.

Risco 2: Falta de conhecimento das áreas de apoio (Engenharia, Manutenção e outras áreas) para orientar o andamento da implantação da PE (Produção Enxuta).

Descrição: Aplicação de práticas de PE isoladas, sem integração ou uma visão acerca dos impactos sistêmicos da implantação de cada prática. Insegurança e receio das áreas de apoio em orientar e aplicar práticas de PE. Dificuldade em identificar quais as práticas necessárias e como devem ser implantadas.

Risco 3: Falta de recursos (humanos e ou financeiros) destinados ao processo.

Descrição: Não destinar tempo suficiente para as pessoas realizarem atividades de treinamento e aplicação das práticas de Produção Enxuta. Não destinar recursos financeiros suficientes para treinar os funcionários em PE.

Risco 4: Falta de clareza na comunicação para toda a empresa sobre o início e o progresso da implantação.

Descrição: Não divulgar por meios oficiais: os resultados alcançados; as atividades realizadas; os participantes do processo; e os objetivos.

Risco 5: Dificuldades de enxergar o retorno financeiro nas ações realizadas.

Descrição: Apego aos indicadores tradicionais que não apontam resultados como atendimento ao cliente, estoque em excesso, área liberada, entre outros. Priorizar ações de impacto em indicadores de curto prazo, sem enxergar melhorias qualitativas ou de maior resultado a médio e longo prazo.

Risco 6: Falta de apoio da média gerência.

Descrição: A média gerência não cobrar prazos e resultados do processo, não disponibilizar tempo para auxiliar nas dúvidas e problemas de implantação, ou desconfiar da aplicação das práticas de PE e de seus benefícios.

Risco 7: Falta de apoio da alta direção.

Descrição: A alta direção não controlar e auxiliar no andamento do processo, não vincular as ações às metas e aos objetivos do negócio, e ou priorizar outras ações em detrimento daquelas que envolvam a implantação da PE.

Risco 8: O nível operacional não apoiar a implantação.

Descrição: Operadores ou supervisores sem o interesse em aplicar ou usar as práticas de PE. Desconfiança dos operadores e supervisores em manter o emprego. Receio dos supervisores em atingir as metas estabelecidas com menos recursos (operadores, estoque ou máquinas).

Risco 9: Insegurança dos operadores na realização de novas atribuições.

Descrição: Os supervisores e áreas de apoio não apoiarem os operadores na realização de melhorias, no trabalho em equipe, na padronização, no uso de quadros de acompanhamento da produção, ao chamado da cadeia de ajuda e na parada da produção. Os supervisores não respeitarem as ideias e sugestões de melhorias provenientes dos operadores. Não capacitar os operadores para estas novas atribuições.

Risco 10: A demissão de operadores em função do excesso de mão de obra gerado pelas melhorias implantadas.

Descrição: Após a realização de atividades de melhorias (ou *kaizens*) na fábrica, demitir os operadores que não são mais necessários pelos ganhos de produtividade alcançados. Demitir operadores de acordo com a oscilação da demanda.

Risco 11: Os operadores não se sentirem responsáveis pelo uso das práticas de PE e pela solução de problemas.

Descrição: Não envolver os operadores na realização de melhorias na fábrica e na implantação de práticas de PE. Falta de participação dos operadores no processo de implementação.

Risco 12: Os gerentes e diretores não terem o conhecimento suficiente sobre a Produção Enxuta.

Descrição: Dificuldade da alta e média gerência em estabelecer objetivos para implantação, acompanhar e garantir a utilização dos princípios e práticas de PE. A alta e média gerência não guiar a implantação da PE.

Risco 13: Não sustentar as melhorias a médio e longo prazo.

Descrição: Melhorias realizadas na aplicação de práticas ou solução de problemas que acabam retornando ao estado original após alguns meses. Não há um acompanhamento de auditorias ou padronização das atividades.

Risco 14: Dificuldades na gestão do processo de implantação.

Descrição: Os responsáveis pelo processo não cobrarem prazos e acompanharem as atividades previstas. Falta de auditorias no andamento do processo. Falta de respeito a datas e objetivos do processo.

4.4.2 As Diretrizes Sustentáveis de Liker

Segundo Liker et al. (2007), existem quatro diretrizes de extrema importância para uma implementação sustentável:

- 1. Filosofia.** Os principais executivos precisam se reunir fora do seu local de trabalho, ou seja, diretamente na produção para definir uma visão para a empresa se tornar enxuta.
- 2. Pessoas.** Um minucioso treinamento e doutrinação dos colaboradores com destaque para os motivos e importâncias da implementação enxuta e sua melhoria contínua.
- 3. Processo.** Planejar e implementar a situação futura a partir de um correto mapeamento do fluxo de valor atual da empresa.
- 4. Solução de Problemas.** Treinar as pessoas para uma real solução dos problemas, com o foco em descobrir as suas origens, não apenas soluções superficiais.

4.4.3 Filosofia – Espelhando-se na Toyota

A principal filosofia da Toyota está centrada no conceito real de melhoria contínua, onde os líderes que promovem esses conceitos têm uma motivação pessoal muito forte, e se dedicam a melhorar o processo em algo similar a uma obsessão muito positiva, uma vez que nunca estarão satisfeitos, a sustentabilidade será mantida para sempre, com novas melhorias a cada dia.

Liker (2013) defende que a melhoria continua é um processo interminável em busca de maneiras mais eficientes de realizar um mesmo processo. A melhoria continua apenas ocorre quando há um real comprometimento de todos os funcionários em busca desse ideal. Esse conceito está diretamente ligado ao conceito de sustentabilidade que Liker, em mais de 30 anos de experiência na área, afirma ter visto acontecer plenamente apenas na matriz japonesa da Toyota.

Segundo Liker (2013), o principal erro das empresas é enxergar o conceito de melhoria contínua como uma “guerra as perdas” fazendo uma analogia onde a empresa se prepara, luta e, com sorte, vence, deixando depois a conquista de lado. A implementação não pode ser vista como um método de eliminar perdas com rapidez, sem nenhum comprometimento ou real entendimento por parte das pessoas que gerenciam o processo no dia a dia.

As diferenças culturais entre a cultura ocidental e oriental devem ser levadas em conta nessa questão de filosofia uma vez que os japoneses dedicam muito mais

tempo planejando e conseguem enxergar potencial em uma análise de longo prazo. Os ocidentais, sem um correto planejamento e geralmente deslumbrados com os bons resultados iniciais das implementações enxutas, não conseguem fazer com que as mudanças durem com o passar do tempo. Tal realidade acabou por gerar o que Pires defende a seguir.

A aplicação de todas as ferramentas e métodos utilizados no STP nas empresas ocidentais teve que sofrer algumas adaptações para que seus melhores resultados pudessem ser observados de forma efetiva (PIRES, 2004).

4.4.4 Pessoas - A importância das Pessoas na Mudança

Os esforços enxutos da maioria das empresas estão focados na inserção de ferramentas por um grupo especial encarregado do programa. Para o desenvolvimento de uma transformação enxuta sustentável é necessário o desenvolvimento das pessoas, visto que o sistema é tão forte quanto às pessoas que o suportam. O principal erro das empresas consiste em encurtar esse processo de desenvolvimento. (ROTHER, 2003).

Para Nazareno (2003), o objetivo de conceber, desenvolver, implementar, monitorar e sustentar não será alcançado somente com os conceitos, práticas e ferramentas enxutas tratados de forma isolada. Ocorre a necessidade de levar em conta seu caráter sistêmico. Não se pode delegar uma equipe única e exclusiva responsável pela implementação enxuta e deixar de incluir a participação de todos da organização.

Segundo Perin (2005) qualquer transformação enxuta deve estar fundamentada em um líder. O líder da transformação enxuta, deve possuir poder e iniciativa de empreender as mudanças necessárias. Inicialmente não precisa de conhecimento aprofundado da filosofia enxuta, o qual pode ser buscado em um especialista. Porém, este precisa entender e enxergar a necessidade e importância de que tal conhecimento seja aplicado se tornando o novo modo de trabalho. O líder é o responsável por despertar a necessidade da mudança rompendo com a inércia organizacional inicial de qualquer projeto de mudança. Outro fator importante citado pelo autor consiste no perfil persistente, capacidade auto motivadora, e habilidade

de contaminar quem estiver participando dos projetos de melhoria, eliminando barreiras que em geral são criadas pelos subordinados pelo medo da mudança.

Para Liker et al. (2007), apenas líderes eficientes, cuidadosamente selecionados e preparados podem desenvolver as pessoas e principalmente aquelas capazes de se tornarem futuros líderes, que terão de continuar ensinando essas ferramentas, formando assim um ciclo contínuo de ensinamentos das melhorias.

Segundo Batista et al. (2015) na Toyota os gerentes e líderes são constantemente avaliados pela sua atitude, trabalho da equipe, utilização de práticas do STP e contato direto com a produção. As atitudes de um gerente ou líder procuram sempre servir de exemplo para os demais colaboradores, principalmente nos aspectos de Segurança, Qualidade, Produção, Custos, Manutenção e Meio Ambiente.

Batista et al. (2015), destaca que o grupo Toyota dedica uma atenção especial a todos os funcionários, em especial aos novos. São realizados treinamentos focados no desenvolvimento de competências e habilidades técnicas nas áreas que os líderes costumam servir de exemplo, já citadas acima. Um diferencial é o acompanhamento realizado por meio de treinamentos de reciclagem visando a manutenção do aprendizado. A importância dedicada a tais práticas parte do pressuposto de que quanto maior as habilidades individuais, maior será a excelência técnica na área de trabalho.

4.4.5 Processos – Onde as Pessoas Aplicam Seus Conhecimentos Enxutos

Araújo (2004) comenta que, apesar de muitas empresas de diversos setores terem alcançado benefícios com a adoção dos conceitos de produção enxuta, muitos gerentes têm se equivocado no uso das técnicas ao tentar implantar partes isoladas de um sistema enxuto sem entender o todo (fluxo e impactos sistêmicos na organização). Assim, não só o conhecimento das técnicas, mas a implantação das mesmas é um aspecto crítico de um sistema em transição.

Como já citado anteriormente por Pires (2004), os conceitos do STP precisam ser adaptados à realidade das empresas ocidentais antes de serem implementados. Antes de qualquer implementação os líderes devem realizar um planejamento profundo de quais e em que ordem serão implantados os processos de melhoria. A

maneira mais eficiente de realizar esse planejamento é partir do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV).

Léxico Lean (2003), defende que o primeiro e mais importante processo de qualquer implementação enxuta sempre será o MFV, pois é possível enxergar todas as perdas e desperdícios de fluxo gerados pelo sistema. Em suma o MFV consiste em um diagrama simples, contemplando todas as etapas envolvidas nos fluxos de material e informação, desde a colocação do pedido até a entrega para o cliente final.

Araújo (2004), destaca que após um profundo conhecimento do estudo atual é possível enxergar todas as oportunidades de melhoria, propondo assim um estado futuro ideal, direcionando os passos e ações necessárias para atingir esse estado a partir de todas as ferramentas do STP disponíveis.

Alguns exemplos de ferramentas que costumam ser implantadas após o MFV são: Gerenciamento Visual, *Kaizen*, 5s, Nivelamento da Produção, Troca Rápida de Ferramentas, *Takt Time*, *Kanban*, Redução do Tempo de Setup entre outras.

4.4.6 Solução de Problemas – Buscando a Real Origem dos Problemas

Liker (2013), destaca que existe uma grande diferença entre a conotação de apagar incêndios com a real solução de problemas. Geralmente ao se apagar incêndios dedica-se muito esforço para uma solução imediata sem, contudo, investigar e realizar uma tentativa de determinar a raiz do problema, ou seja, nessa abordagem superficial nada impede que o problema volte a ocorrer. A Toyota usa o método dos “cinco porquês”, repetindo a pergunta pelo menos cinco vezes para descobrir a causa raiz do problema.

Segundo Liker (2013), a solução de problemas individualizada pode ser uma ferramenta adicional ao método dos “cinco porquês”, visto que melhores resultados sempre são alcançados por equipes que sabem exatamente quais as suas metas e o que fazer para alcança-las. Esta teoria está baseada nas cinco perguntas a seguir:

- 1- Qual a meta-alvo desse processo?
- 2- Qual a condição real nesse momento?
- 3- Que obstáculos estão impedindo que você alcance a condição meta?

Em qual deles você está trabalhando nesse momento?

- 4- Qual deve ser o próximo passo?
- 5- Quando poderemos observar o que foi aprendido com esse passo?

Liker (2013) destaca que a utilização desses dois ciclos de aprendizagem contínua, gerado pelas repetições dos “cinco porquês” e da solução de problemas individualizada pela contínua repetição do *PDCA* acaba por gerar uma cultura de melhoria contínua de forma natural pelos praticantes desse método que se acostumam a sempre contestar e buscar novas soluções.

Liker (2013) conclui exemplificando que uma abordagem superficial de ferramentas para eliminação de perdas seria como limpar as ervas daninhas sem arrancar as raízes. As ervas simplesmente crescem novamente e será necessário arrancá-las do zero. Contudo existem tecnologias que podemos aplicar no solo para impedir as ervas de crescerem, mas mesmo tal tecnologia precisa estar sendo constantemente renovada.

5. METODOLOGIA

O método de abordagem selecionado para pesquisa é quantitativo, fundamentado na Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) que será explicada a seguir. Quanto aos fins a pesquisa classifica-se como descritiva e explicativa. Quanto aos meios como bibliográfica.

O procedimento metodológico escolhido foi a revisão bibliográfica sistemática, que é definida por:

A revisão bibliográfica sistemática é um método científico para busca e análise de artigos de uma determinada área da ciência. É amplamente utilizada em pesquisas na medicina, psicologia e ciências sociais, onde há grandes massas de dados e fontes de informações. Pesquisas na área de gestão de operações também necessitam analisar crescentes quantidades de artigos e informações. [...] O roteiro foi intitulado RBS *Roadmap* e foi criado a partir das melhores práticas preconizadas em áreas pioneiras nesse tipo de revisão, [...]. A principal contribuição para a teoria e prática é a sistematização do procedimento para revisão sistemática voltado especificamente para pesquisas na área de desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos, que pode ser utilizado como referência para pesquisadores nessa área. (Conforto et al., 2011, p. 01)

A Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) é um instrumento para mapear trabalhos publicados no tema de pesquisa específico para que o pesquisador seja capaz de elaborar uma síntese do conhecimento existente sobre o assunto (BIOLCHINI et al., 2007).

O RBS *Roadmap* está organizado em fases e etapas. Possui 15 etapas distribuídas em 3 fases (Entrada, Processamento e Saída), (CONFORTO et al. 2011, p. 06)

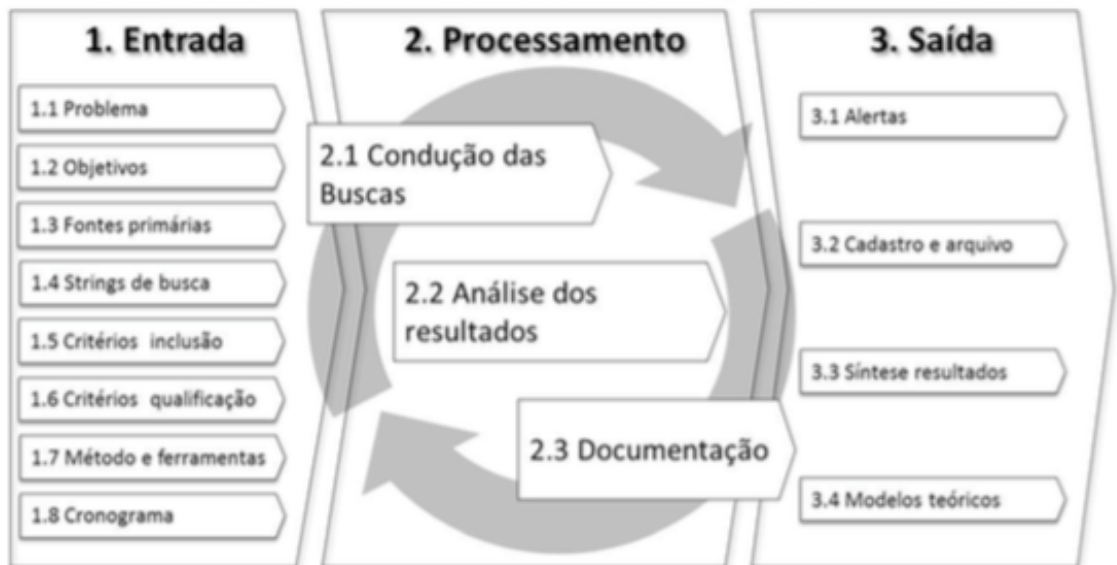


Figura 1 - Etapas da RBS.
Fonte: CONFORTO et al. 2011

5.1 FASE 1: ENTRADA

5.1.1 Etapa 1.1 – Problema

A problemática foi definida, após a observação de que várias empresas apresentavam enorme dificuldade de sustentar as melhorias obtidas após as implementações enxutas.

5.1.2 Etapa 1.2 – Objetivos

O objetivo principal foi a identificação de artigos com estudos de caso de implementações da produção enxuta para realizar um estudo comparativo sobre a sustentabilidade dos mesmos. Devido ao grande numero de artigos encontrados a ferramenta RBS foi utilizada para a escolha dos artigos mais relevantes à pesquisa.

5.1.3 Etapa 1.3 – Fonte Secundária

A fonte secundaria escolhida foram revistas, periódicos e congressos da área de Engenharia de Produção, como por exemplo o Encontro Nacional de Engenharia de Produção ENEGEP, filtrando resultados pelas *Strings* de busca que serão definidas a seguir.

5.1.4 Etapa 1.4 – *Strings* de Busca

O método exige o uso de algumas palavras chaves para a formulação de *strings* de busca. As palavras-chave definidas foram: Sistema Toyota de Produção, Estudo de caso, Produção Enxuta e PDCA.

STRINGS	
Sistema Toyota de Produção	Produção Enxuta
Estudo de caso	PDCA

**Quadro 1. *Strings* de busca.
Fonte: Autor.**

5.1.5 Etapa 1.5 – Critérios de Inclusão

Os critérios de inclusão escolhidos foram baseados nos objetivos da pesquisa, ou seja, artigos com destaque para estudos de caso de implementações do STP.

5.1.6 Etapa 1.6 – Critérios de Qualificação

O critério de qualificação da pesquisa considerou a quantidade de citações dos artigos e nos estudos de caso a proximidade com o objetivo do trabalho, ou

seja, houve a tentativa de encontrar casos de implementação do STP que realizaram ao menos um tipo de implementação sustentável.

5.17 Etapa 1.7 – Método e Ferramentas

Foram utilizados ciclos de busca com diferentes palavras chaves até a definição das *Strings*, já citadas anteriormente. Após um longo trabalho de triagem os artigos interessantes foram armazenados em uma pasta *online* por questões de segurança e *Backup*.

5.2 FASE 2: PROCESSAMENTO

5.2.1 Etapa 2.1 – Busca

A busca foi realizada visando a qualidade e relevância das produções acadêmicas encontradas, que foram mantidas com o uso das ferramentas de pesquisa do Portal de Periódicos da Capes, portal de buscas da Associação Brasileira de Engenharia de Produção ABEPRO e por fim a ferramenta de busca do *Google Acadêmico*.

5.2.2 Etapa 2.2 – Análise dos Resultados

Para facilitar a análise dos resultados foram utilizados alguns filtros de pesquisa. A busca resultou em 246 artigos, após a aplicação do Filtro 1 (na tabela abaixo), o número foi reduzido para 126 artigos, após Filtro 2 64 artigos, e finalizando a etapa de processamento após o Filtro 3 restaram 31 artigos que entraram na terceira etapa, a Saída, já como Artigos aprovados que foram utilizados na elaboração deste trabalho. Desses artigos, 5 foram selecionados para os estudos de caso e o restante foi utilizado na elaboração do Referencial Teórico.

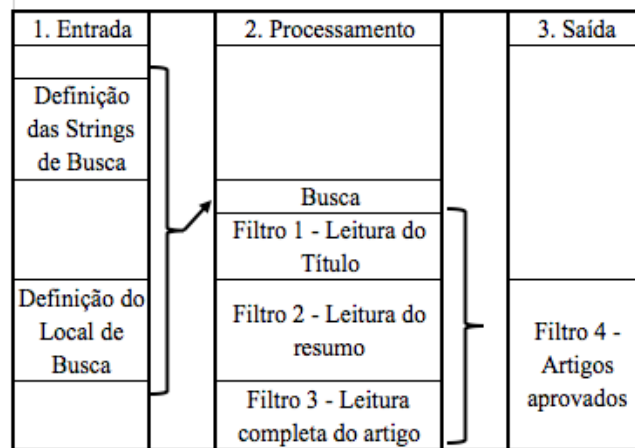


Figura 2 - Resumo da análise de resultados.
Fonte: Autor

5.2.3 Etapa 2.3 – Documentação

Os artigos foram armazenados numa Pasta *online* e renomeados apenas com o nome do autor em letras maiúsculas para facilitar a identificação.

5.3 FASE 3: SAÍDA

5.3.1 Etapa 3.1 – Alertas

Foram inseridos alertas eletrônicos, com aviso via *email*, com o intuito de rastrear novas publicações sobre o tema e assim, manter a pesquisa sempre atual.

5.3.2 Etapa 3.2 – Cadastro e Arquivo

Como já tratado anteriormente todos os artigos realmente relevantes para a pesquisa foram incluídos nas referências e armazenados na pasta *online*.

5.3.3 Etapa 3.3 – Síntese e Resultados

A ferramenta RBS se mostrou efetiva na determinação de artigos relevantes para todo o referencial teórico e estudos de caso do trabalho, por se tratar de um método científico e amplamente utilizado pela literatura.

5.3.4 Etapa 3.4 – Modelos Teóricos

A criação do modelo teórico de sustentabilidade das implementações da produção enxuta, seguindo os conceitos de Liker, poderá ser utilizada por futuros pesquisadores em novas implementações que auxiliadas por esse trabalho podem gerar resultados mais sustentáveis de forma real nas empresas.

6. ESTUDOS DE CASO

Nesta seção serão relatados estudos de caso reais de implementação do STP e produção enxuta para realizar uma comparação dos resultados obtidos no início *versus* melhorias implantadas com o foco da sustentabilidade em longo prazo, para posteriormente iniciar uma discussão dos motivos que poderiam influenciar no sucesso ou fracasso da sustentabilidade. Os casos foram selecionados dentro de um grande universo de pesquisa e foram selecionados pela eficácia do resultado imediato obtido pela empresa, e se houve alguma preocupação com a sustentabilidade desses resultados. Na determinação e escolha de todos os casos foi utilizada a ferramenta de Revisão Bibliográfica Sistematizada (RBS) descrita em detalhes no tópico 5 deste trabalho.

6.1 ESTUDO DE CASO 1 - IMPLEMENTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA EM UMA EMPRESA DE MANUFATURA ELETRÔNICA (MEDEIROS ET AL., 2015)

Segundo Medeiros, (2015) a implementação da Produção Enxuta na empresa iniciou com a finalidade de reduzir custos e ampliar a sua competitividade no mercado. O processo foi iniciado com a seleção de uma equipe multidisciplinar envolvendo todos os setores da empresa. No treinamento os funcionários aprenderam os conceitos e as práticas da Produção Enxuta e no final ficaram responsáveis em implementar, no mínimo, cinco projetos de melhoria.

Para conseguir a certificação *lean* bronze, os funcionários precisavam cursar 22 módulos de treinamento sobre produção enxuta que abordavam os mais variados temas.

A empresa dividiu os projetos de melhoria em três categorias: *kaizen blitz*, *kaizen process* e *kaizen system*. No *kaizen blitz* era necessário identificar uma melhoria simples e rápida, baseada no senso comum, e fazer a sua implementação em horas ou até no máximo 3 dias. O *kaizen process* se referiu a melhorias de médio a grande porte voltadas para um processo específico, enquanto o *kaizen*

system estava voltado para a resolução de problemas mais complexos que geram melhorias para a planta inteira.

Após a qualificação da equipe nas práticas de PE, foi realizado o primeiro evento *kaizen* na empresa que tinha a finalidade de implementar o gerenciamento visual e o 5s. Terminada a etapa de treinamento teórico, os colaboradores foram levados para o chão de fábrica para aplicar os novos conhecimentos e dessa forma começaram a implementar pequenas melhorias de 5s nas células de produção.

Depois do gerenciamento visual foi desenvolvido o mapeamento do fluxo de valor (MFV) para que as necessidades do processo de produção pudessem ser analisadas. Novamente foi feito treinamento teórico. Após o treinamento os colaboradores identificaram o fluxo de materiais e de informação para a elaboração do mapa do estado atual. A partir da configuração do estado atual, puderam elaborar o mapa do estado futuro com a identificação da necessidade da implementação de outras práticas, como nivelamento da produção e troca rápida de ferramentas que foram tratadas logo depois. Na implementação do nivelamento de produção, foi realizado um novo treinamento. A implementação real levou um mês para ocorrer e foram gastos mais três meses para verificar a eficácia dessa implementação.

Depois do nivelamento da produção a empresa verificou, por meio de um indicador denominado *material handling* (manuseio de material), cada movimentação desnecessária que o material fazia dentro da empresa. Diante disso, foi identificada a média da demanda diária, semanal e mensal para definir o nível de estoque necessário para a linha de produção, que foi denominado de supermercado. Dessa forma, buscou-se o equilíbrio entre inventário de matéria-prima, inventário em processo e inventário de produto acabado. Paralelamente, foi implementado o *Kanban* passando a utilizar cartões para puxar a produção.

O próximo passo foi a implementação da troca rápida de ferramentas, já que no mapeamento de fluxo de valor, na etapa de testes dos circuitos impressos, foram identificados gargalos de produção onde a troca de modelos de setup levava de três a quatro horas para ser realizada. Para diminuir esse tempo, foi confeccionado um gabarito que evitaria o trabalho de desparafusar e reposicionar o eixo, a cada troca de ferramenta. O setup da máquina de teste caiu para 29 minutos.

Durante o primeiro ano de implementação essas foram as práticas adotadas na linha de montagem de máquinas fotográficas. Somente no ano seguinte tais

práticas foram adaptadas e replicadas, na mesma ordem de implementação em outra área da empresa, a linha de montagem de placas de circuito.

Para garantir que as práticas continuassem funcionando, de 3 em 3 meses eram realizadas as chamadas *Kaizen Blitz*, em que eram verificadas as melhorias implementadas e a necessidade de novas melhorias.

6.2 ESTUDO DE CASO 2 - APLICAÇÃO DOS CONCEITOS *LEAN MANUFACTURING* PARA MELHORIA DO PROCESSO EM UMA EMPRESA DE ELETRODOMÉSTICOS (LOPES ET AL., 2015)

O projeto iniciou a partir de resultados não satisfatórios em termos de rentabilidade de um produto do segmento de linha branca. Na intenção de reverter este quadro o projeto abordou a aplicação de alguns conceitos do *Lean Manufacturing* para melhorar a qualidade, produtividade, ergonomia e fluxo de materiais.

O primeiro passo foi um planejamento para melhorias no processo produtivo realizado por uma equipe de profissionais com experiência na área de Ergonomia, Engenharia, Automação Industrial e *Lean Manufacturing*. Este planejamento durou três meses. Em seguida, em posse dos dados de desempenho da linha de produção foi realizado o mapeamento do fluxo de valor para a identificação de perdas e construção de um mapa de estado futuro.

O terceiro passo foi um mapeamento completo do estado atual onde foram considerados o estoque, a espera, tempo de ciclo, tempo de agregação de valor, disponibilidade e confiabilidade. Esse mapeamento apontou um *takt time* de 26 segundos, o lead time de 831,08 segundos e o estoque de 17,98 dias.

Para o estado futuro foi definido um *takt time* de 27 segundos e uma proposta de balanceamento da linha, onde a carga de trabalho é dividida de maneira adequada entre os operadores para uma produção adequada e sincronizada.

Com intuito de viabilizar o fluxo contínuo de forma ergonômica a proposta foi o desenho dos postos de trabalho baseado no conceito de *Golden Zone* ou Zona do Cirurgião que consiste em disponibilizar os materiais e equipamentos necessários para a execução das atividades apenas na área nobre do posto de trabalho

reduzindo o desperdício e favorecendo a produtividade, ergonomia e qualidade durante os processos

Seguindo a proposta de melhoria da ergonomia foi realizada uma automatização da linha com tracionamento automático e contínuo garantindo o controle do ritmo de produção, com a implantação de esteiras em taliscas plásticas, material simples e flexível e ao mesmo tempo sofisticado, além do sistema de transporte aéreo de produto acabado.

As principais perdas de produtividade foram sanadas já que os tempos de alimentação das linhas foram reduzidos e finalmente pôde-se iniciar um estudo para o fluxo contínuo dos materiais.

A principal medida adotada para o fluxo contínuo foi a implementação de um “supermercado” no almoxarifado, onde os componentes foram acondicionados em *flow-racks* (estruturas compostas por trilhos com roletes deslizantes). Após a definição de rotas programadas um operador logístico, a cada uma hora e meia de produção abastecia as linhas de montagem. Os *flow-racks* garantiram uma menor movimentação e menor esforço físico dos operadores, colaborando para uma sensível melhora da ergonomia de trabalho.

Outro procedimento adotado foi o de *repacking* que consiste na transferência dos materiais das caixas dos fornecedores para as caixas padronizadas da empresa.

Foi criado também um novo modelo de etiquetas para sanar problemas de padronização. Esta etiqueta continha as principais informações para facilitar o trabalho dos operadores logísticos e das linhas. Somado a isso realizou-se a implementação do sistema *Kanban* que contava com as informações a seguir:

- Linha de montagem onde será utilizado;
- Nome do material;
- Posição no bordo de Linha;
- Tipo de caixa e quantidade de material suportada;
- Posição no supermercado;
- Quantidade de caixas no bordo de Linha e supermercado.

Para finalizar os esforços de padronização no escopo das operações de trabalho foi realizada uma melhoria na Folha de Instrução de Trabalho com uma descrição detalhada de todas as tarefas que seriam executadas pelo operador, para

um trabalho seguro produtivo e de qualidade. Anteriormente as instruções de trabalho se acumulavam, estragando as bolsas de suporte que também não estavam em um local visível pelo operador. As novas bolsas, com capacidade para 12 folhas, divididas por família e devidamente identificadas por cores e com apresentação de conteúdo, sequencia, tempo dos elementos de trabalho e resultado esperado em cada ação finalizam o conjunto de melhorias implementadas nesse estudo de caso.

Segundo Lopes (2015) os resultados obtidos com as melhorias e aplicações dos conceitos do *Lean Manufacturing* foram acima do esperado de forma a confirmar a contribuição do Sistema Toyota de Produção para uma produção enxuta, com fluxo contínuo e sem desperdícios.

No campo de qualidade e produtividade, com posse dos dados do mapeamento do fluxo de valor anterior à implementação do plano de melhorias, e a eliminação de atividades que não agregavam valor ao processo obteve-se um significativo aumento da qualidade e produtividade das linhas. A eficiência da MOD (Mão de Obra Direta) aumentou em 53% em relação ao cenário anterior de fabricação do produto.

Foram alcançadas melhorias na ergonomia e segurança dos trabalhadores, com a realização do redesenho dos postos de trabalho alinhado aos conceitos do *Golden Zone*, a automatização das linhas. Assim, houve a redução em 97% dos postos de trabalho com algum risco ergonômico sendo o ambiente transformado e recebido positivamente pelos operadores, havendo também melhor aproveitamento dos espaços

A combinação na implantação do fluxo contínuo de materiais, “supermercado”, *repacking*, *Kanban* e padronização da Folha de Instrução de Trabalho contribuíram para a configuração de um processo produtivo mais enxuto, padronizado e com menos desperdícios.

Foi identificada uma redução significativa no lead time do processo produtivo, de 831,08 para 557,24 segundos, em termos percentuais uma redução de 32,95%. O tempo de estoque também foi reduzido em 2,45 vezes a quantidade de dias de estoque anteriores, passando de 17,99 para 7,34 dias, ou seja, sofrendo uma redução de 59,20% do tempo de estoque anterior.

Lopes (2015) conclui que o objetivo do projeto foi alcançado com resultados consideráveis quanto a Qualidade, Produtividade, Ergonomia e Fluxo de Materiais

do processo produtivo contribuindo significativamente para a rentabilidade do negócio sendo, portanto, um ciclo de melhoria a seguir.

6.3 ESTUDO DE CASO 3 - APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS ENXUTAS COMO FORMA DE MELHORAR O DESEMPENHO NA ESTRATÉGIA DE PRODUÇÃO EM UMA INDÚSTRIA DE AUTOPEÇAS ELÉTRICAS DA REGIÃO CENTRO-OESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (HAYASHI, 2013)

Segundo Hayashi (2013), foi escolhido o produto de maior representatividade financeira para a empresa, representando 64% das receitas mensais. Antes do início da implementação da produção enxuta na indústria de autopeças, foi realizado o seguinte planejamento:

O *check list* foi o instrumento escolhido para coletar os dados necessários para implementação enxuta. O *check list* foi composto por três fases:

A primeira fase: determinação da família de produtos; mapeamento do fluxo de valor atual; levantamento de dados do processo produtivo; dados de fluxo de informação (clientes, fornecedores, PCP); linha do tempo; diagrama de fluxo de movimento e transporte do produto (diagrama de *spaguetti*); definição e mensuração das métricas do projeto e proposta inicial da situação futura.

Na segunda fase: mapa do fluxo futuro; fluxo de materiais; estimativa de estoques; identificação de pontos e formas de programação; fluxo de informação; linha do tempo; apresentação dos *kaizens* para a situação futura; elaboração das expectativas de melhoria macro com o projeto *lean* (antes e depois); treinamento para os funcionários com os conceitos *lean*; detalhamento do plano de implementação (A3 Operacional).

Por fim a terceira fase: Métricas apontadas antes e depois do projeto e a visão geral do próximo ciclo de implementação de melhoria contínua.

Por meio da elaboração de um Plano de Implementação no Modelo A3 operacional, Hayashi (2013) resume todo o escopo da implementação enxuta, desde os objetivos até o plano de ação implantado.

Escopo do negócio	Situação Futura		
Aumentar produtividade em 20%	1 – Reduzir WIP em 40%		
Reduzir WIP em 30%	2 – Balancear processo de produção conforme <i>TAKT time</i>		
	3 – Implantar Programa 5S		
	4 – Revisar métodos de trabalho		
	5 – Implementar TPM nos equipamento		
	6 – Implementar SMED nos equipamentos		
	7 – Implementar sistema <i>KANBAN</i>		
Situação atual	Plano de ação	Prazo	Situação
1 – WIP alto – 67,4 dias (Estoque embalagens)	Definir equipe <i>LEAN</i>	ago/12	100%
2 – Baixa produtividade :	a) Preparar treinamento para conscientização do Programa <i>LEAN</i>	ago/12	100%
Fabricação e montagem - 53 pçs/h	b) Fazer treinamento da Equipe <i>LEAN</i>	ago/12	100%
4 – Fábrica desorganizada	c) Levantar informações da área comercial, elaborar planilhas de cálculos do <i>tkt time</i> .	nov/12	100%
5 – Excesso de movimentação entre áreas: Fluxo Cast+nucleo = 266 m	d) Levantar informações da produção – fluxo de processo, tempos de ciclos, L/T, etc.	nov/12	100%
6 – Equipamentos sem TPM	c) Levantar e elaborar fluxo de movimentação (Espaguetti)	nov/12	100%
Quebras frequentes	d) Implementar os 5S – Iniciar pela Bobinadeira	nov/12	15%
7 – <i>Setup</i> alto	e) Elaborar MFV atual e futuro	set/12	100%
	f) Negociar volume de embalagens com Fornecedor – adequar estoque 2013	2013	0%
	g) Fazer cálculos dos cartões <i>KANBAN</i> e implementar – iniciar na bobinadeira	2013	25%
	h) Avaliar sistema de troca de ferramentas (<i>setup</i>) - promover melhorias	2013	25%
	i) Elaborar programa de manut preventiva para os equipamentos	dez/12	90%
	j) Comprar painéis <i>KANBAN</i> e cartões	2013	0%
	k) Implementar auditorias de fábrica – Treinamento e <i>check list</i>	2013	0%
	l) Implementar painéis gestão à vista para divulgação dos resultados	2013	0%

Figura 3 - Modelo do A3 operacional.

Fonte: Hayashi (2013)

O início efetivo do estudo ocorreu com a elaboração do mapa de Fluxo de Valor Presente, que possibilitou visualizar as oportunidades de melhoria. Logo em seguida foi realizado um Fluxo de Valor da Situação Futura, onde foi possível

observar os pontos críticos da produção e aplicar o conceito de “supermercado” de peças. Deste caso, foram analisados os lugares estratégicos onde seriam utilizados os supermercados e na sequência foi calculado a quantidade ideal de Cartões *Kanban* para cada supermercado.

Assim como o Mapa do Fluxo de Valor o Diagrama de Fluxo de Movimento foi construído. Este diagrama é muito prático e visual, pois ajudou a identificar os movimentos dos produtos no interior da empresa e oportunidade de mudança no *layout* com a finalidade de reduzir o desperdício na movimentação desnecessária do produto. Com auxílio desta ferramenta, foi possível reduzir a movimentação das peças em 98 metros, ou seja, redução na movimentação em 57%. Com os núcleos (outra família de peças) também foi possível observar uma redução na movimentação em 28 metros, ou aproximadamente 30%.

Com a implementação das técnicas *lean production* foi possível obter uma redução no desperdício de fio de cobre, proporcionando uma economia de seis centímetros por peça. Com relação à produtividade houve um aumento de 14%, isto é decorrente da redução de 7,2 segundos no bobinamento, que permitiu queda no tempo total de 1,02 minutos para 0,90 minutos.

Na área da bobinadeira foi aplicado o conceito de 5S e construído o quadro sombra. Com a área da bobinadeira organizada (antes as ferramentas e componentes estavam sem local definido para ser armazenado) ocorreu um ganho na redução do setup que antes era antes realizado em 15 minutos passando para 4 minutos.

Hayashi (2013) conclui que a empresa obteve vantagens com a implementação da Produção Enxuta e destaca que o objetivo foi cumprido. O lead time inicial foi calculado em 67,4 dias teve uma redução de aproximadamente 45%, ou seja, com a implementação do *lean production* no processo produtivo o lead time reduziu para 36,86 dias. Obteve desta forma, uma vantagem competitiva em relação aos seus concorrentes e consequentemente alcançando o resultado esperado na rapidez de entrega (objetivo desempenho).

Com aplicação dos conceitos e ferramentas *lean production* foi possível reduzir a distância percorrida ao longo da produção, ou seja, a distância percorrida das peças que antes era de 266 metros, com a modificação no layout, reduziu para 140 metros, proporcionando uma redução no desperdício do movimento em 47%. A

produtividade na indústria aumentou em 16,7%. Antes a produção era de 54 peças por hora com a implementação do *lean production* passou para 63 por hora.

6.4 ESTUDO DE CASO 4 - IDENTIFICAÇÃO DE RISCOS NA IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA AUTOMOTIVA (MARODIN, 2012)

Segundo Marodin (2012), o estudo de caso foi realizado em uma fábrica de semieixos automotivos, com oito anos de experiência em produção enxuta além de ser fornecedora da Toyota. Essa fábrica contava com 700 funcionários na época do estudo. O grupo multinacional possui aplicações da PE em diversas plantas ao redor do mundo.

A implantação da PE na empresa iniciou em 2004, motivada pela necessidade de reduzir custos e melhorar os índices de qualidade. Em relação à qualidade, um problema recorrente era a omissão de alguma etapa no processo de fabricação, o qual geralmente só era identificado nas inspeções ao final do fluxo de valor. O arranjo físico por processos, até então existente, contribuía para essas omissões, pois o fluxo confuso e com múltiplas possibilidades induzia a rotas erradas.

Uma das primeiras iniciativas enxutas foi a tentativa de criação de células de manufatura. Contudo a equipe envolvida nessa mudança não teve apoio técnico ou treinamento adequado neste período, o que dificultou em muito os avanços. Em função disso, os envolvidos confundiam a implantação da manufatura celular com a implantação de um sistema de PE com impacto em todo o negócio da empresa.

Dois anos após o início da implementação ocorreu a troca da diretoria da empresa no Brasil, e o apoio da alta administração se tornou mais incisivo. Um grupo de 20 pessoas foi treinado em práticas da PE, e algumas delas se tornaram exclusivamente dedicadas à essa implementação. O mapeamento de fluxo de valor, a troca rápida de ferramentas, manutenção preventiva, trabalho padronizado e *poka-yokes*, são alguns exemplos de práticas aplicadas. Nessa fase, algumas dificuldades enfrentadas foram à resistência dos operadores e de supervisores às novas atribuições criadas pelas práticas de PE, bem como a ênfase nos indicadores de

curto prazo, tais como *payback* e ROI (Retorno sobre investimento) de cada *kaizen*. Tal ênfase decorria da falta de compreensão da diretoria sobre o sistema de PE, além do uso simultâneo, pela empresa, de outros métodos de melhoria, como o Seis Sigma. Esses métodos priorizavam as ações pelo retorno financeiro direto e utilizavam métodos estatísticos complexos, dificultando a compreensão de todos acerca da razão pela qual certas mudanças eram implantadas e outras não, além de que dificilmente resultavam em mudanças operacionais. Retornando aos eventos *Kaizen*, foi identificado que os gerentes de produção não disponibilizavam o tempo necessário dos seus funcionários (supervisores e operadores) para participarem de eventos de *kaizen*, além de frequentemente se ausentarem de reuniões relativas às ações de PE, nas quais eles deveriam estar presentes.

Um ex-executivo da Toyota assumiu um cargo na alta administração da empresa em nível mundial em 2008 e no ano seguinte a implantação da PE adquiriu uma maior velocidade. Este executivo coordenou a criação de um sistema de produção, padronizado e definido pela matriz, fazendo com que a aplicação das práticas de PE nas áreas fabris e administrativas se tornasse obrigatória. A responsabilidade pela implantação e sustentação das práticas de PE passou a ser exclusivamente dos próprios supervisores e gerentes de produção, e não mais da área de engenharia, como era entre 2004 e 2006, ou da área de melhoria contínua, conforme era entre 2006 e 2008. Essa alteração na responsabilidade foi importante pelo fato de que, anteriormente, a implantação da PE era vista pelos supervisores e gerentes de produção como um projeto das áreas de apoio e engenharia, ou seja, eram tarefas fora de sua rotina e obrigação diária. Anteriormente para a maioria dos supervisores de produção “o *lean* era mais uma coisa para fazer além do meu trabalho do dia a dia e não o modo de realizar as atividades do dia a dia”. Quando a responsabilidade sobre a aplicação das práticas de PE foi transferida para os supervisores e gerentes de produção, tais tarefas passaram a fazer parte da rotina diária destas pessoas. Nessa fase, foram identificados grandes avanços na utilização das práticas de PE, fato vinculado a esse sistema de produção ter sido definido e aplicado a partir da alta administração.

6.5 ESTUDO DE CASO 5 - ANÁLISE DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO EM DUAS EMPRESAS DE RAMOS INDUSTRIAIS DISTINTOS. (SILVA, 2007)

Segundo Silva, (2007), a empresa analisada é do ramo de siderurgia, que produz fio-máquina de aço carbono e baixa liga, destinado a outras indústrias que os utilizam na produção de uma série de produtos como molas, lãs de aço, amortecedores, *Steel cord* (fios de aço utilizados na fabricação de pneus), protendidos, fixadores, soldas e eletrodos. Contando com uma capacidade de produção anual de 1,3 milhão de tonelada de fio-máquina.

O sistema Toyota de produção foi implantado na empresa há mais de 10 anos, visto que esta apresentava uma diminuição de margens lucros e arrecadação, problemas com a qualidade dos produtos e produtividade, perda de mercado e também almejava aumentar a produtividade.

A necessidade dessa mudança foi percebida e demonstrada à direção através da análise de mercado, mostrando os potenciais ganhos com um sistema mais eficaz. Para testar e convencer a direção em adotar esse novo sistema de produção como um programa de melhoria, ele foi primeiramente implantado em apenas um setor da empresa.

Comprovada a eficiência do novo sistema, havia a necessidade de capacitar a direção com base nesses novos conceitos. Para isso, formadores internos foram treinados fora da empresa.

Uma equipe de projeto composta por consultores externos e funcionários disponíveis foi então adotada para a implantação desse sistema e de fundamental importância no treinamento das pessoas, no acompanhamento das mudanças implementadas, na organização e coordenação da empresa.

A metodologia utilizada pela equipe para transmitir as novas metas para toda a empresa e convencer os funcionários a utilizarem esse novo sistema, foi através de seminários apresentados para cada área específica e a realização de reuniões, também específicas, entre a chefia e os subordinados.

Em seguida foi estabelecido um plano de treinamento para a implantação desse novo sistema, esse plano foi de fundamental importância para a compreensão, aceitação, capacitação, colaboração e motivação de toda empresa. O foco desse treinamento foi no desenvolvimento de novas competências e ele foi

conduzido através da formação conceitual e das ferramentas utilizadas pelo sistema de produção enxuta para toda fábrica.

Para assegurar que o sistema não se degrade com o tempo são emitidos relatórios periódicos das chefias e são feitas reuniões frequentes com a direção geral, a chefia e as equipes. Esse período em questão é de no máximo dois anos.

Esse acompanhamento evita os desvios de rota, a degradação do sistema, a desmotivação dos funcionários, além de preservar a cultura da melhoria contínua e estabilizar o sistema implantado.

Nos últimos cinco anos, o número de fornecedores da empresa se manteve praticamente constante. A entrega de materiais desses fornecedores é mensal e através de centros de coleta, sendo sua comunicação realizada através de telefone e/ou *email*, e com o apoio logístico da siderúrgica.

A seleção desses fornecedores é realizada com base nas certificações de qualidades e sistema de auditoria, além de padrões de qualidade e quantidade. As principais ferramentas utilizadas pela empresa são: Controle de Qualidade Zero-Defeitos, Controle da Qualidade Total, 5S, Manutenção Produtiva Total, *Kanban*, Troca Rápida de Ferramentas e *Kaizen*.

7. ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE DOS ESTUDOS DE CASO

Partindo das quatro diretrizes para uma implementação sustentável de Liker tratadas no Referencial Teórico, será realizado a seguir um estudo comparativo visando identificar quais as práticas adotadas pelas empresas dos estudos de caso. Para facilitar a comparação a proximidade das implementações com a teoria será dividida em três níveis: Completamente Implementado, para implementações próximas ao referencial teórico; Parcialmente Implementado, para situações intermediárias, ou seja, corretas, mas não completamente sustentáveis; Não Implementado, para casos onde não realizado implantação.

Originando-se na análise de 14 riscos para uma implementação da Produção Enxuta segundo Marodin, será realizado uma tabulação e breve discussão dos principais riscos identificados em cada estudo de caso.

7.1 FILOSOFIA

No estudo de caso 1, o objetivo planejado pela empresa antes de iniciar a implementação era a redução de custos e ampliação de sua competitividade no mercado. Segundo o autor ao final do estudo esse objetivo foi alcançado. Contudo segundo Liker o principal erro das empresas é justamente aplicar esse tipo de abordagem focada em resultados, sem comprometimento real com a melhoria contínua. Outro fator que comprova a falta de entendimento dessa filosofia foi a conduta de partir para uma segunda linha de montagem após um ano da primeira implementação. Por isso o conceito de Filosofia para o caso 1 será: Não Implementado.

O estudo de caso 2 compartilha do mesmo erro do caso 1 com a incorreta definição do objetivo partindo de resultados não satisfatórios em termos de rentabilidade de um produto do segmento de linha branca. Conceitos e aplicações visando a melhoria contínua não são tratados durante o caso, por isso o conceito será: Não Implementado.

O estudo de caso 3 comete o mesmo erro dos dois estudos anteriores, ao iniciar com um objetivo de aumento de produtividade e redução de tempo de setup em um curto intervalo de tempo. A terceira fase da implementação cita “visão geral do próximo ciclo de implementação de melhoria contínua”, contudo não é tratado em nenhum outro ponto do estudo se alguma medida real foi tomada visando essa melhoria. Por isso o conceito será: Não implementado.

A análise de Filosofia no estudo de caso 4 deve ser dividida em duas etapas. Inicialmente os objetivos da implementação foram definidos como redução de custos e melhora nos índices de qualidade, e foram relatadas dificuldades de compreensão da importância dos eventos *Kaizen* por foco em indicadores de curto prazo, onde a diretoria estava interessada no ROI (Retorno sobre Investimento) e não na importância a longo prazo desses eventos. Após a entrada do ex-executivo da Toyota a situação mudou, e a alta gerência começou a participar ativamente da implementação, reconhecendo sua importância e realizando ações que serão descritas nas demais diretrizes, principalmente naquela referente às pessoas. Devido à essa mudança na diretoria e um histórico de oito anos de existência das práticas de PE o conceito será: Completamente Implementado.

No estudo de caso 5 a implementação inicial realizada apenas em uma área da empresa, demonstra uma abordagem correta para convencer a direção dos resultados obtidos com mudanças enxutas. Houve uma preocupação com a sustentabilidade, após a designação de uma equipe para o acompanhamento das melhorias implementadas, responsável também por evitar a desmotivação dos funcionários, além da emissão de relatórios periódicos de acompanhamento das melhorias. Todas essas diretrizes estão visivelmente interligadas com a melhoria contínua, por isso o conceito será: Completamente Implementado.

7.2 PESSOAS

O estudo de caso 1 cita a participação de uma equipe multidisciplinar envolvendo todos os setores da empresa no início da implementação. Contudo não é citado quais os participantes de cada nível hierárquico, o que acaba por limitar a efetividade, pois não é possível inferir se os diretores participaram ativamente do

processo. Este estudo de caso teve um real enfoque no treinamento dos funcionários antes de cada nova implementação enxuta, contudo não foi citada a participação de um líder engajado em conscientizar sobre a necessidade e os benefícios da mudança, além de poder identificar futuros líderes para manter o processo de maneira sustentável, por isso o conceito será: Parcialmente Implementado

O estudo de caso 2 realiza uma implementação totalmente focada em processos e não cita a realização de nenhum treinamento, ou conscientização da equipe para os benefícios e necessidades da mudança. É possível observar um ganho positivo no quesito ergonomia dos funcionários com a implementação da automatização da linha de produção, mas sem a presença de líderes e treinamentos para ensiná-los a manter os novos processos e melhorias fica difícil enxergar a situação futura como sustentável, por isso o conceito será: Não Implementado.

O estudo de caso 3 não destaca o fator pessoas em sua implementação. Apenas é citado no Plano de Implementação A3 que foram realizados treinamentos durante o período inicial de 1 mês, mas não se destaca quem participou desses treinamentos, e nem se líderes foram escolhidos para sustentar as melhorias obtidas com processos. O conceito será: Não implementado.

Inicialmente foi relatado que no estudo de caso 4, a implementação enfrentou resistências dos operadores e supervisores por um aumento em sua carga de trabalho. Esse fato comprova a análise de Liker sobre entropia, onde é necessário um esforço constante para a implementação de melhorias, e caso a equipe não esteja preparada para isso, tais esforços não produzirão resultados. Outra questão a ser discutida é a responsabilidade da implementação da PE, que antes da entrada do ex-executivo da Toyota, era uma responsabilidade adicional da equipe de engenharia, que não travava tal responsabilidade com a prioridade necessária. Após o ex-executivo da Toyota assumir a liderança, tornando a implementação obrigação diária dos supervisores e gerentes de produção, os resultados obtidos foram muito mais efetivos, apresentando assim uma chance muito maior de sustentabilidade. A presença desse executivo foi de extrema importância para uma atenção real ao fator pessoas, que não foi tão valorizado nos outros estudos de caso, comprovando a importância desse fator para a Toyota, e seu potencial de sucesso quando bem aplicado. O conceito será: Completamente Implementado.

No estudo de caso 5 logo após a direção perceber o potencial das transformações enxutas uma equipe da empresa foi elencada, contando também com o apoio de consultores externos para a realização da implementação. Foi então dedicada atenção especial no treinamento de pessoas por meio de seminários e reuniões onde ocorreu uma participação multidisciplinar entre chefia e subordinados. O treinamento focado na sequencia de compreensão, aceitação, capacitação, colaboração e motivação possui um enorme potencial de gerar melhorias sustentáveis, principalmente pela sua minuciosidade quando comparado a outros estudos de caso, por isso o conceito será: Completamente Implementado.

7.3 PROCESSOS

O estudo de caso 1 cita a aplicação de diversos conceitos da produção enxuta, com destaque para a divisão do *Kaizen* em três categorias, um método eficiente para identificação de melhorias. Contudo ocorreu um erro na ordem de implementação, pois geralmente o primeiro passo é a elaboração do MFV para que o estado atual seja completamente compreendido, e posteriormente na definição do estado futuro sejam escolhidas as ferramentas que serão implementadas. O caso cita a aplicação do *Kaizen*, gerenciamento visual e 5s antes da elaboração do MFV. As ferramentas identificadas nesse estudo de caso foram: *Kaizen*, Gerenciamento Visual, 5s, MFV, Nivelamento da Produção, “Supermercado de Peças”, *Kanban* e Troca Rápida de Ferramentas. Apesar do erro o conceito será: Completamente Implementado.

Como já citado anteriormente o foco principal do caso 2 foram as melhorias de processo. Foi realizado uma correta abordagem iniciando a implementação por um planejamento, seguido da elaboração do MFV. Com o mapa de estado futuro desenhado foram implementadas as seguintes ferramentas: *takt time*, Balanceamento da Linha, Fluxo Continuo de Materiais, “Supermercado de Peças”, *Repacking*, *Kanban* e Gerenciamento Visual. Contudo por não considerar o fator pessoas como parte importante do processo o estudo não cita a realização de nenhuma reunião *Kaizen*, o que dificulta a sustentabilidade das melhorias, além disso o autor cita um ciclo de melhorias a seguir, contudo o mesmo não deixa de

forma explícita quais seriam as medidas necessárias para manter o padrão das práticas de maneira sustentável. Por isso a classificação será: Parcialmente Implementado.

O estudo de caso 3 realiza uma correta abordagem ao iniciar a implementação com a elaboração do Mapeamento de Fluxo de Valor do estado atual e logo em seguida do estado futuro. Resultados isolados são obtidos com a implementação de diversos conceitos da Produção Enxuta, como redução nos tempos de *setup* e *lead time* por exemplo, no entanto não é citado a realização de reuniões *Kaizen*, um importante fator que é o maior responsável pela sustentabilidade dos processos enxutos. Por isso o conceito será: Parcialmente Implementado.

O estudo de caso 4 não faz um detalhamento de como os processos foram implementados, restringindo-se apenas a citar quais os processos implementados. A abordagem inicial do Mapeamento do Fluxo de Valor foi correta, seguida da implementação das seguintes melhorias: a troca rápida de ferramentas, manutenção preventiva, trabalho padronizado e *poka-yokes*. Entretanto o fato dos gerentes de produção não disponibilizarem tempo aos seus subordinados para a participação em eventos de *Kaizen*, além de frequentes ausências desses gerentes nos mesmos eventos, pode não garantir a sustentabilidade, apesar do enorme esforço em Filosofia e Processos, por isso o conceito será: Parcialmente implementado.

No estudo de caso 5, com apenas a citação dos processos enxutos implementados, uma análise detalhada de sustentabilidade nessa área fica um pouco dificultada. Contudo se considerarmos o tempo de experiência da empresa com implementações enxutas, e que as pessoas responsáveis por elas estão devidamente capacitadas como citado na diretriz anterior, embasado adicionalmente pelo resultado positivo do estudo de caso, pode-se inferir que partes desses resultados obtidos foram originados pelos processos. Contudo devido a ausência de detalhes a classificação será: Parcialmente Implementado.

7.4 SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Apesar da elogiada divisão das reuniões *Kaizen* em três categorias, o estudo de caso 1 cita que no *Kaizen* Blitz, os funcionários eram instruídos a implementar melhorias em horas ou até em três dias, contudo com um período tão pequeno de tempo não é possível realizar uma análise profunda do método dos “5 porquês” o que faz com que os problemas sejam solucionados mas voltem a ocorrer. Outro fator relevante é a realização de reuniões para a manutenção das práticas *Kaizen* e solução de problemas a cada três meses, que é um período muito longo e vai contra a teoria de que os problemas devem ser estudados e resolvidos logo que ocorrem. Após um ano da implementação a empresa já expandiu as práticas para outra linha de montagem, o que pode ser considerado um erro já que desse modo ocorre uma grande chance de existir duas implementações superficiais, ao invés de uma madura e eficiente. Nesse caso a Classificação será: Não implementado.

O estudo de caso 2 relata uma redução de estoque de 2,45 vezes chegando a marca de estoque para 7,34 dias como um bom resultado. Contudo considerando o método de solução de problemas esse resultado poderia ser considerado apenas como um bom começo, o método dos “Cinco Porquês” deveria ser utilizado mais vezes para chegar a real raiz do problema e reduzir os estoques para algum número abaixo de um dia por exemplo. Por isso a classificação será: Não Implementado.

Os ganhos provenientes do estudo de caso 3 foram obtidos com mudanças pontuais em processos, em nenhum momento foi citado se os funcionários foram ouvidos e tiveram a oportunidade de trazer os problemas do cotidiano à tona, para que após uma detalhada análise pudessem ser obtidos ganhos mais significativos e principalmente mais sustentáveis com o passar do tempo. Por isso a classificação será: Não Implementado

O estudo de caso 4 não detalha a implementação de processos, o que impossibilita inferir quais os problemas identificados e as melhorias implantadas para solucioná-los. Por não detalhar nenhum método de solução de problemas, a análise desse quesito fica impossibilitada para esse estudo de caso, por isso será classificado como: Não implementado.

O estudo de caso 5 chega a citar a realização de *Kaizens*, no entanto não se preocupa em relatar a sua frequência impossibilitando inferir se os problemas

encontrados estão sendo tratados até a sua origem, o que resulta em uma classificação como: Não Implementado.

7.5 TABELA DE CONCEITOS DE IMPLEMENTAÇÕES SUSTENTÁVEIS

Para uma melhor comparação dos resultados dos critérios de Liker em cada estudo de caso foi elaborada uma tabela que segue abaixo.

Estudos de Caso	Critérios de Sustentabilidade de Liker	
	Filosofia	Pessoas
Caso 1	Não Implementado	Parcialmente Implementado
Caso 2	Não Implementado	Não Implementado
Caso 3	Não Implementado	Não Implementado
Caso 4	Completamente Implementado	Completamente Implementado
Caso 5	Completamente Implementado	Completamente Implementado
	Processos	Solução de Problemas
Caso 1	Completamente Implementado	Não Implementado
Caso 2	Parcialmente Implementado	Não Implementado
Caso 3	Parcialmente Implementado	Não Implementado
Caso 4	Parcialmente Implementado	Não Implementado
Caso 5	Parcialmente Implementado	Não Implementado

Quadro 2 - Critérios de Sustentabilidade de Liker.

Fonte: Autor

A ausência da implementação da diretriz de solução de problemas pelos cinco estudos de caso, evidencia a ausência de um conhecimento real do STP pelas empresas. As empresas dos estudos de caso dois e três são as que apresentam menos possibilidade de sustentabilidade, devido a uma implementação parcial apenas na diretriz de processos. As empresas dos estudos de caso quatro e cinco são as que apresentaram os melhores resultados entre todas, contudo ainda há possibilidade de melhoria, visto que além da já citada ausência de implementação da diretriz de solução de problemas, o conceito obtido para os Processos foi de implementação parcial.

7.6 ANÁLISE DE RISCOS SEGUNDO MARODIN (2012).

Os cinco estudos de caso (EC) foram analisados segundo a análise de riscos a implementação enxuta de Marodin, seguindo os seguintes critérios: Presentes nos EC quando identificados riscos parciais ou totais; Ausentes nos EC quando a empresa possui fatores que a isentam do risco; Falta de dados quando o estudo de caso não cita nenhuma informação referente ao risco, impossibilitando sua análise; Falta de implementação quando a ausência de alguma parte da implementação enxuta ou de algum critério de sustentabilidade de Liker, inviabiliza a análise do risco. O quadro abaixo resume os resultados que serão tratados na sequência.

	Presente nos EC	Ausente nos EC	Falta de dados	Falta de Implementação
Risco 1	4	5	1	2 e 3
Risco 2	1, 2, 3 e 4	5		
Risco 3	2, 3 e 4	1 e 5		
Risco 4		1, 2, 3, 4 e 5		
Risco 5	4	1, 2, 3 e 5		
Risco 6	2 e 3	4	1 e 5	
Risco 7	1, 2 e 3	4 e 5		
Risco 8	4		1, 2, 3 e 5	
Risco 9	2, 3 e 4		1 e 5	
Risco 10			1, 2, 3, 4 e 5	
Risco 11	2 e 3	1, 4 e 5		
Risco 12	1, 2 e 3	4 e 5		
Risco 13	1, 2, 3, 4 e 5			
Risco 14	1	4 e 5		2 e 3

Quadro 3 - Análise de riscos nos estudos de caso.

Fonte: Autor

Risco 1: Presente no EC 4 devido a resistência dos operadores e supervisores por um aumento em sua carga de trabalho. Ausente no EC 5 devido ao eficiente método de treinamento. Falta de implementação nos EC 2 e 3 por não englobar o fator pessoas e falta de dados para o EC 1.

Risco 2: Presente no EC 2 e 3 pela falta de implementação da diretriz pessoas. Presente no EC 1 devido a iniciativa de expandir as práticas enxutas após

apenas um ano de implementação e presente no EC 4 antes da entrada do ex-diretor da Toyota. Ausente no EC 5 pelo apoio da diretoria e anos de experiência em PE.

Risco 3: Presente no EC 2 e 3 pela falta de recursos humanos para o treinamento de pessoas. Presente no EC 4 devido aos gerentes não disponibilizarem tempo necessário dos seus funcionários participarem de eventos de *Kaizen*. Ausente no EC 1 devido aos treinamentos e subdivisões do *Kaizen*. Ausente no EC 5 devido ao minucioso treinamento e apoio financeiro da alta direção.

Risco 4: Ausente em todos os EC, visto que todos destacam os resultados obtidos pelas implementações, descreveram as atividades realizadas e os objetivos por elas pretendidos.

Risco 5: Presente no EC 4 devido a preocupação da diretoria com o ROI dos eventos de *Kaizen*. Ausente nos demais EC devido aos bons resultados obtidos com as implementações enxutas que indiretamente geraram retorno financeiro.

Risco 6: Presente nos EC 2 e 3 devido a ausência de treinamento e auxílio aos operadores. Ausente no EC 4 devido a atuação dos supervisores e gerentes atentos as necessidades dos operadores. Falta de dados para os EC 1 e 5.

Risco 7: Presente nos EC 1, 2 e 3 devido a falta de intervenção e auxílio direto da alta direção nos processos. Ausente nos EC 4 e 5 devido a um efetivo controle de todas as diretrizes da implementação enxuta pelos diretores.

Risco 8: Presente no EC 4 devido a já citada resistência dos operadores e supervisores pelo aumento da carga de trabalho. Falta de dados para avaliar esse quesito nos demais EC.

Risco 9: Presente nos EC 2 e 3 devido a falta de capacitação dos operadores para as melhorias. Presente no EC 4 devido ao não comparecimento nas reuniões de *Kaizen* (influenciados pelos supervisores). Falta de dados para os EC 1 e 5.

Risco 10: Apesar de todos os estudos de caso terem obtido melhorias com as implementações ocorre falta de dados para identificar se os operadores sentiam-se em risco de demissão.

Risco 11: Ausente nos EC 1, 4 e 5 devido aos treinamentos e envolvimento direto dos operadores durante todo o processo de implementação. Presente nos EC 2 e 3 devido a falta de conscientização, via treinamentos e motivações por exemplo, da importância da responsabilidade dos operadores na PE.

Risco 12: Presente no EC 1 devido a erros cometidos, como por exemplo foco excessivo em processos. Presente nos EC 2 e 3 devido a não implementação de três das quatro diretrizes de sustentabilidade de Liker. Ausente nos EC 4 e 5 devido ao conhecimento demonstrado pela alta direção e anos de experiência com a produção enxuta.

Risco 13: Indiretamente todos as EC correm risco de não sustentar as melhorias a médio e longo prazo. Os EC 2 e 3 correm mais esse risco que os outros devido ao cumprimento de menos diretrizes sustentáveis de Liker.

Risco 14: Presente no EC 1 devido a realização de *Kaizen* a cada três meses. Ausente nos EC 4 e 5 devido a presença de equipe exclusivamente responsável pela implementação e seu acompanhamento. Devido a ausência de uma equipe responsável pelo acompanhamento, o quesito de falta de implementação para os EC 2 e 3.

Em todos os estudos de caso são identificados riscos que podem influenciar na sustentabilidade das implementações e a intenção de abordá-los é reforçar a argumentação do trabalho, com uma fundamentação baseada nos estudos de um segundo autor. Outro fator importante é que com a identificação dos riscos as empresas podem agir para solucioná-los à medida que vão acontecendo.

Realizando uma análise comparativa de todos os estudos de caso considerando os riscos de Marodin e os critérios de sustentabilidade de Liker, nos EC 4 e 5 observa-se uma grande preocupação com a diretriz de pessoas, devido à experiência de longa data com implementações enxutas, e o fundamental apoio da alta direção, além da ênfase em treinamentos e motivações aos operadores oferecendo todo o apoio e ferramentas para sustentar as melhorias conquistadas com as implementações. No caso do EC 1 apesar de não existir um líder responsável pela mudança, a simples realização de treinamentos com os operadores pode acabar por gerar um resultado mais sustentável, quando comparado aos EC 2 e 3, focados principalmente na diretriz de processos.

Os EC de 2 e 3 destacam uma implementação muito focada em processos, que apesar da obtenção de um sucesso imediato, pode não garantir sustentabilidade de tais melhorias. Os EC não relatam como tais práticas implementadas poderiam ser sustentadas e nem delegam uma equipe responsável por essa sustentabilidade. A ausência da implementação dos outros três fatores de sustentabilidade de Liker: Filosofia, Pessoas e Solução de Problemas comprova esse fato. O resultado obtido

é uma interpretação incorreta do real sentido de uma implementação do STP pelos que promoveram a mudança, evidenciado pelo Risco 12. Baseados apenas nos resultados imediatos de aumento significativo da rentabilidade do negócio, esses dois EC acabaram por promover uma implementação superficial e distante da real capacidade e sustentabilidade do STP. O EC 1 também está incluído no Risco 12, devido ao fato de partirem para uma nova implementação após o período de 1 ano da primeira, o que pode gerar duas implementações superficiais sem a garantia real de sustentabilidade. Novamente os EC 4 e 5 conseguem evidenciar implementações mais balanceadas, que utilizam pessoas para efetivar os processos, uma abordagem comprovada por Liker para alcance da sustentabilidade.

Nenhum dos cinco EC realizou ou evidenciou a implementação da Solução de Problemas de Liker. Esse método é de grande importância para a sustentabilidade, pois apenas resolver problemas de forma superficial acaba por gerar um ciclo vicioso onde fica difícil de atingir a melhoria contínua. Os problemas sempre vão existir, a correta atenção para solucioná-los em sua raiz, mesmo que isso demande mais tempo e esforços dos responsáveis, resultará em melhores índices de produtividade e menor ocorrência futura de problemas.

O estudo de caso 4 é o que apresenta uma maior proximidade com os conceitos de sustentabilidade defendidos por Liker, ao conseguir implementar completamente as diretrizes de Filosofia e Pessoas, além de implementação parcial em Processos. Grande parte desse sucesso pode estar relacionada a presença do ex-executivo da Toyota na alta diretoria da empresa. A experiência e vivência real na Toyota faz com que esse executivo implemente as duas diretrizes mais negligenciadas pelos outros estudos de caso, o que pode vir a se traduzir em sustentabilidade a longo prazo.

Apesar de nenhum dos cinco estudos de caso terem implementado completamente as quatro diretrizes de Liker, uma maior chance de sustentabilidade poderia ser observada nos EC 4 e 5 devido a uma combinação de três importantes fatores: Tempo de experiência com a Produção Enxuta; Apoio da alta direção, com participação efetiva durante todo o processo; Treinamentos detalhados e acompanhamento das melhorias por uma equipe dedicada exclusivamente a esse fim.

8. CONCLUSÃO

Com base nos conceitos tratados na Revisão Bibliográfica e após realizar a identificação e uma posterior comparação desses conceitos nos estudos de caso, com auxílio dos índices de sustentabilidade, pode-se observar que nenhum dos cinco EC - estudos de caso - apresentam implementações com garantia real de sustentabilidade. Todos apresentaram variados riscos, conforme Marodin, além de implementação parcial, ou falta de implementação dos critérios de sustentabilidade de Liker. Entretanto é possível identificar, que os resultados mais próximos da sustentabilidade são obtidos pelas empresas que possuem mais tempo de experiência com implementações enxutas, com destaque para a empresa que teve apoio de um ex-diretor da Toyota, fonte dos conceitos de uma implementação realmente sustentável.

O principal motivo de insustentabilidade é a ausência de conhecimento originada pela falta de estudo do Sistema Toyota de Produção pelos agentes responsáveis pelas implementações enxutas. A falta de compreensão de práticas sustentáveis limita a obtenção de benefícios a longo prazo pelas empresas.

As empresas dos estudos de caso enxergam o STP como uma ferramenta muito eficiente e que produz bons resultados, mas acabam por usufruir desses benefícios por um tempo limitado, já que devido a falta de implementações sustentáveis, geralmente os conceitos enxutos vão se perdendo e o estado anterior à implementação volta a ocorrer.

Não se pode afirmar que apenas os conceitos definidos por Liker e Marodin são determinantes para uma implementação sustentável. A intenção de identificação dos maiores erros cometidos pelas empresas dos estudos de caso, é que outras empresas dispostas a implantar o STP utilizem dos conceitos de sustentabilidade como base antes de iniciar suas implementações enxutas. Assim os resultados obtidos não serão apenas sucessos imediatos, mas poderão ter maiores chances de sustentabilidade, garantindo um sucesso de longo prazo como ocorre na única empresa que possui pleno domínio desses conceitos, a Toyota.

9. REFERÊNCIAS

ARAUJO, Cesar. A. C. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta utilizando os processos de raciocínio da Teoria das Restrições e o mapeamento do fluxo de valor.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2004.

BATISTA, João. B. et al. **Análise do Sistema Toyota de Produção: Estudo exploratório em empresas brasileiras do Grupo Toyota.** Anais, XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, 2008.

BIOLCHINI, Jorge C. A. et al. **Scientific research ontology to support systematic review in software engineering.** *Advanced Engineering Informatics*, v.21, n.2, p.133-151, Rio de Janeiro, 2007.

CAMPOS, Vicente F. **Qualidade Total. Padronização de Empresas.** 3.ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.

CONFORTO, Edivandro C. et al. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos.** 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, Porto Alegre, 2011.

CRUZ, Cássio C. R. **Análise da implementação dos elementos e ferramentas da produção enxuta em canteiros de obras na cidade de Belém do Pará.** 81 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Tecnologia, Belém, 2011.

DAYCHOUM, Merhi. **40 Ferramentas e Técnicas de gerenciamento.** Rio de Janeiro: Brasport, 2007.

HAYASHI, Ana P. **Aplicação das técnicas enxuta como forma de melhorar o desempenho na estratégia de produção em uma indústria de autopeças elétricas da região centro-oeste do estado de São Paulo.** Salvador: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2013.

HIRATA, Helena S. **Sobre o modelo japonês: automatização, novas formas de organização e de relações de trabalho.** São Paulo: Edusp. 1993.

IMAI, Masaaki. **Kaizen a estratégia para o sucesso competitivo.** 51ªed. São Paulo: Instituto IMAM, 1994.

Industry WEEK/MPI Census of Manufacturers, released in November 2007; Disponível em: <http://www.industryweek.com/articles/census_of_u-s-_manufacturers_-_lean_green_and_cost_15009.aspx?SectionID=10>

LARAIA, Antony C. et al. **Kaizen Blitz: Processo para o Alcance da Melhoria Contínua nas Organizações**. São Paulo: Leopardo, 2009.

LÉXICO Lean. **Glossário ilustrado para praticantes do Pensamento Lean**. São Paulo, SP. Lean Institute Brasil, 2003.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, Jeffrey K. FRANZ, James K. **O Modelo Toyota de Melhoria Continua: estratégia + experiência operacional = desempenho superior**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

LIKER, Jeffrey K; MEIER, D. **O modelo Toyota: manual de aplicação: um guia prático para a implementação dos 4 Ps da Toyota**. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LOPES, Tayana O. et al. **Aplicação dos conceitos do *lean manufacturing* para melhoria do processo de produção em uma empresa de eletrodomésticos: um estudo de caso**. Fortaleza, Encontro Nacional de Engenharia de Produção ENEGEP, 2015.

MARODIN, Giuliano. **Identificação de riscos na implantação da produção enxuta: um estudo de caso em uma empresa automotiva**. Bento Gonçalves: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2012.

MARSHAL, Isnard Jr. et al. **Gestão da qualidade**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.

MEDEIROS, Nayara C. de **Implementação da produção enxuta sob a perspectiva da visão baseada em recursos: o caso de uma empresa de manufatura eletrônica**. Fortaleza, Encontro Nacional de Engenharia de Produção ENEGEP, 2015

MULLER, Cláudio J. **A Evolução dos Sistemas de Manufatura e a Necessidade de Mudança nos sistemas de controle e custeio**. Dissertação Mestrado em Engenharia de Produção Porto Alegre: PPGE/UFRRGS. Porto Alegre, 1996.

NAZARENO, Ricardo R. **Desenvolvimento e Aplicação de um Método para Implementação de Sistemas de Produção Enxuta**. Dissertação de Mestrado, Universidade, Escola de Engenharia de São Carlos, 2003.

PERIN, Pedro C. **Metodologia de padronização de uma célula de fabricação e de montagem, ferramentas de produção enxuta**. Dissertação de Mestrado, Universidade, Escola de Engenharia de São Carlos, 2005.

PIRES, Sílvio. R. I. et al. **Modelo de análise de cadeias de suprimentos: fundamentos e aplicação às cadeias de cilindros de GNV**. Gest. Prod., São Carlos, v. 11, n. 3, Dec. 2004.

ROTHER, Mike. et al. **Aprendendo a enxergar: Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdício.** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SHINGO, Shigeo. **Sistema Toyota de Produção: do ponto-de-vista de engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookmann, 1996.

SILVA, Nayara. et al. **Análise do sistema Toyota de produção em duas empresas de ramos industriais distintos.** Foz do Iguaçu: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.

VIEIRA, Luís F. S. **Aplicação de lean manufacturing na linha produtiva da Fedima Tyres.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2010.

WOMACK, James P. et al. **A máquina que mudou o mundo.** Rio de Janeiro: Campus, 1992.

WOMACK, James P. et al. **A Mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza.** Rio de Janeiro: Elsevier. 2004.

ZAGONEL, Evaldo. et al. **Estudo para a Implantação do Fluxo Unitário de Peças numa Célula de Usinagem por meio de Simulação.** Foz do Iguaçu: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2007.