



**FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSO
GESTÃO E TECNOLOGIA INDUSTRIAL
MODELAGEM COMPUTACIONAL E TECNOLOGIA INDUSTRIAL**

RICARDO SANTOS CRUZ

**IMPLEMENTAÇÃO DE MANUFATURA ENXUTA E DESEMPENHO
OPERACIONAL: O CASO DE UMA EMPRESA INDUSTRIAL DE BENS DE
CONSUMO NÃO DURÁVEIS**

Salvador
2017

RICARDO SANTOS CRUZ

**IMPLEMENTAÇÃO DE MANUFATURA ENXUTA E DESEMPENHO
OPERACIONAL: O CASO DE UMA EMPRESA INDUSTRIAL DE BENS DE
CONSUMO NÃO DURÁVEIS**

Dissertação de mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação Stricto
Sensu da Faculdade Tecnologia SENAI
CIMATEC como requisito parcial para a
obtenção do título de Mestre em Gestão e
Tecnologia Industrial

Orientador: Prof. Dr. Paulo Figueiredo

Salvador
2017

CRUZ, Ricardo Santos

Implementação de manufatura enxuta e desempenho operacional: o caso de uma empresa industrial de bens de consumo / Ricardo Santos Cruz - Salvador, 2017.
72 f.: 30 cm. II

Orientador: Prof. Dr. Paulo Figueiredo

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Faculdade Tecnologia SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial / Faculdade De Tecnologia Senai Cimatec

1. Manufatura Enxuta. 2. Ferramentas Lean. 3. Cadeia de Valor.

RICARDO SANTOS CRUZ

**IMPLEMENTAÇÃO DE MANUFATURA ENXUTA E DESEMPENHO
OPERACIONAL: O CASO DE UMA EMPRESA INDUSTRIAL DE BENS DE
CONSUMO NÃO DURÁVEIS**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial ou Gestão e Tecnologia Industrial, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC

Orientador: Prof. Dr. Paulo Figueiredo

Aprovada em ____ de _____ de 2017.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Paulo Figueiredo _____
Doutor em Business Administration pela Boston University School of Management.
Boston, Estados Unidos
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

Joyce Batista Azevedo _____
Doutora em Ciências e Engenharia de Materiais pela Universidade Universidade
Federal de Campina Grande. Campina Grande, Brasil
FACULDADE TECNOLOGIA SENAI CIMATEC

Elisabeth Regina Loiola da Cruz Souza _____
Doutora em Administração pela Universidade Federal da Bahia. Salvador, Brasil
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

Salvador
2017

Dedico esta dissertação a toda minha família, em especial a minha esposa pelo apoio e incentivo demonstrado em todos os momentos.

AGRADECIMENTO

Ao Professor Doutor Paulo Figueiredo pela infinita disponibilidade, por todos os ensinamentos e pela impecável condução deste trabalho.

EPÍGRAFE

“Que os esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que pareciam impossível.”

Charles Chapin

RESUMO

Diante das exigências dos consumidores e do crescimento da competição no mercado, as empresas são obrigadas a buscar novas práticas, incentivando a redução de desperdícios e por consequência a diminuição dos custos. A implantação da filosofia e dos princípios Lean pode ser descrita como um conjunto de ações e processos que começam com o planejamento da mudança, definindo os fatores de sucesso e terminando com implementação e medição do progresso. Embora muitas empresas tenham começado a implementar o conceito e as ferramentas da manufatura enxuta para melhorar o desempenho operacional, apenas 10% ou menos das mesmas alcançam resultados significativos. O objetivo geral do presente estudo consiste em verificar o efeito da implementação de um sistema de manufatura enxuta no desempenho operacional, em uma empresa industrial. Para este fim; compara-se a implementação da manufatura enxuta na empresa com as melhores práticas e modelos de referência. São também identificadas as oportunidades de melhorias e o grau de aderência do programa da empresa com essas práticas. Compara-se o desempenho operacional, antes e depois da implementação do programa de manufatura enxuta. Os resultados desta pesquisa podem ser úteis para os acadêmicos que objetivam estudar os impactos da Manufatura Enxuta no desempenho operacional, e para os gerentes que buscam conhecer práticas de implementação dos conceitos *Lean* nas empresas industriais.

Palavras-chave: Manufatura Enxuta - Ferramentas Lean - Cadeia de Valor.

ABSTRACT

Faced with the demands of consumers and the growth of competition in the market, companies are forced to seek new practices, encouraging the reduction of waste and consequently lower costs. The implementation of Lean philosophy and principles can be described as a set of actions and processes that begin with change planning, defining success factors and ending with implementation and measurement of progress. While many companies have begun to implement the concept and tools of lean manufacturing to improve operational performance, only 10% or less of them achieve significant results. The overall objective of the present study is to verify the effect of the implementation of a lean manufacturing system on the operational performance in an industrial company. To this end; the implementation of lean manufacturing in the company is compared with best practices and reference models. The opportunities for improvement and the degree of adherence of the company's program to these practices are also identified. Operational performance is compared before and after the implementation of the lean manufacturing program. The results of this research may be useful for academics who aim to study the impacts of Lean Manufacturing on operational performance, and for managers seeking to know Lean concepts implementation practices in industrial companies.

Keywords: Lean Manufacturing - Lean Tools - Value Chain.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Modelo para implementação do Lean.....	30
Figura 2 – Fases da implementação.....	39
Figura 3 – Linha do tempo das fases da implementação.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Etapas da pesquisa.....	43
Tabela 2 – Tabela comparativa de guias de implementação.....	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5S	seiri, seiton, seisou, seiketsu e shitsuke
DOL	Degree of leanness
ID's	indicadores de desempenho
JIT	<i>Just in Time</i>
LEI	<i>Lean Enterprise Institute</i>
ME	Manufatura Enxuta
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MRP	<i>Material Requiriment Planning</i>
OEE	<i>Overall Effectiveness Efficiency</i>
POP	Procedimentos Operacionais Padrão
PROD	Productivity inc.
RPM	<i>Total Productive Maintenance</i>
SAE	Society of Automotive Engineers
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
STP	Sistema de Produção Toyota
VSM	Mapeamento de Fluxo de Valor

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Definições do problema	17
1.2	Objetivo Geral	17
1.3	Objetivos Específicos	17
1.4	Importância da pesquisa	17
2	REVISÃO DA LITERATURA	19
2.1	Manufatura Enxuta	19
2.1.1	Mapeamento de fluxo de valor	24
2.1.2	Troca rápida / Troca de um único minuto / SMED	25
2.1.3	Kanban	25
2.1.4	Nivelamento de Produção	27
2.1.5	Melhoria contínua / Kaizen	27
2.1.6	Trabalho padronizado	28
2.1.7	O programa 5'S	29
2.1.8	Fator Humano	29
2.2	Práticas de ME e sua implementação	30
2.3	Guias de implementação	31
2.4	Guias de implementação da empresa estudada	38
3	MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA	41
3.1	Métodos da pesquisa	41
3.2	Desenvolvimento dos questionários	42
3.3	Aplicação do questionário	42
4	ETAPAS DA PESQUISA	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1	Resultados esperados ou benefícios da Manufatura Enxuta	44
5.2	Análise crítica da implementação	44
5.3	Comparativo entre benchmarking de implementação da ME e a empresa estudada	46
5.4	Resultados Operacionais	49
6	Conclusões	53
6.1	Contribuições	53
6.2	Limitações da Pesquisa	53
6.3	Atividades Futuras de Pesquisa	53
	REFERÊNCIAS	55
	ANEXO A – Modelo de Guia para Implementação da Manufatura Enxuta	63
	ANEXO B – Modelo de Guia para implementação da ME (Produtividade)	66
	ANEXO C – Modelo de Guia proposto pelo MIT	68
	APÊNDICE A – Perguntas aos Líderes	69
	APÊNDICE B – Perguntas para os Colaboradores	71

1 INTRODUÇÃO

No início da década de 1960 as exigências dos consumidores e o crescimento dos concorrentes obrigaram as empresas a buscarem novas práticas de manufatura. Essa dinâmica levou empresas japonesas do setor automobilístico, especialmente a *Toyota Motor Company*, a desenvolver um método diferente, que se denominou mais tarde de STP “Sistema Toyota de Produção” (OHNO, 1997; WOMACK., 1992; CUSUMANO,1998).

A manufatura enxuta (Lean Manufacturing), oriunda do Sistema Toyota de Produção (STP), surgiu como uma filosofia de gestão focada na priorização das melhorias na produção, pela eliminação contínua e sistemáticas das perdas do sistema produtivo, pois, seu objetivo central é entregar o máximo de valor com a menor quantidade de recursos possíveis. Esse sistema de produção quando devidamente adaptado e aplicado à empresa que se destina, propicia excelentes resultados, pois, são numerosas as fontes de oportunidades para redução e eliminação de desperdícios.

Empresas que têm o sistema de manufatura enxuta também utilizam suas ferramentas de gestão, no entanto a implementação desse sistema não deve somente basear-se em ensinamentos de técnicas aos seus funcionários, é preciso colocar atenção sobre o lado humano da manufatura enxuta a fim de ter uma implementação bem sucedida (SHAH; WARD 2003).

Os insucessos nos processos de implementação da filosofia e práticas enxutas nos ambientes de produtivos são provenientes da adequação ou falta de entendimento das teorias provenientes do Sistema Toyota de Produção. O Sistema Toyota de Produção (STP) é um sistema cujo funcionamento depende da correta inter-relação entre todos os seus elementos e não apenas da aplicação parcial de suas ferramentas. Por isso, para iniciar-se estas implementações, é necessário que se estabeleça uma visão holística ao buscar-se a correta compreensão dos conceitos e princípios do Sistema Toyota de Produção (PASA 2004; LIKER, 2005; PASCALE; ATHOS, 1982; BOZDOGAN et al., 2000).

A falta de profundidade do entendimento sobre o funcionamento do STP leva os líderes replicadores a confundirem as ferramentas enxutas com os princípios que as embasam. Com isso, sucedem-se os fracassos nas tentativas de reaplicá-lo (SPEAR; BOWEN,1999; LIKER, 2005; NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

Shah e Ward (2003) verificam que as práticas de manufatura enxuta (ME) contribuem substancialmente para melhorar o desempenho operacional das fábricas, no entanto a implementação requer soluções cada vez mais adaptadas, por este motivo, a implementação da gestão de manufatura enxuta em um sistema produtivo é uma tarefa complexa.

Mesmo assim, diversos autores publicaram estudos sobre melhores práticas na implementação da manufatura enxuta. Shah e Ward (2003) verificaram que a influência de práticas de manufatura enxuta contribui substancialmente para o desempenho operacional de plantas industriais.

Existem muitos benefícios da manufatura enxuta para as indústrias, que podem ser aplicados para indústria de bens de consumo não duráveis, entre eles, a diminuição dos prazos de entregas para o cliente, estoques reduzidos, melhor gestão do conhecimento e processos mais robustos (medido por menos erros e menos trabalho).

Isso faz com que a manufatura enxuta se torne um conceito real e físico especialmente para fabricação de produtos (MELTON, 2003). Womack e Jones (1996) destacam que a manufatura enxuta é uma abordagem multidimensional que engloba uma grande variedade de práticas de gestão em um sistema integrado, incluindo tempo, sistemas de qualidade, equipes de trabalho, fabricação, gestão de fornecedores, etc. Sendo este o impulso central da manufatura enxuta, tais práticas, podem funcionar de forma sinérgica para criar um sistema de qualidade que produz produtos acabados no ritmo da demanda dos clientes, com pouco ou nenhum desperdício. Embora exista grande variedade de práticas, serão utilizados modelos de implementação que se assemelhem com a realidade da empresa estudada.

Nesse cenário, Ohno (1997) afirma que o foco da produção enxuta é a eliminação do desperdício; para isso acontecer tem que haver mudanças nas práticas de gestão de qualidade e gestão de operações que são utilizadas com o propósito de melhorar e gerenciar os processos produtivos. Uma das mudanças mais significativas diz respeito ao conjunto dessas práticas gerenciais que são medidas por meio de indicadores de desempenho semanal (ID's). Estes indicadores são utilizados pelos gerentes de manufatura para avaliar a qualidade industrial do processo e dos produtos, o inventário dos estoques em processo, a produtividade da célula, o tempo de fabricação, o tempo de preparação, a satisfação dos clientes e dos funcionários, entre outros.

A necessidade do uso de indicadores que possam avaliar o processo de implementação da ME é importante, pois, segundo Karlsson e Ahlstrom (1996) é comum que nos períodos iniciais de implementação ocorram diminuições de produtividade e desencorajamento, por parte dos sistemas contábeis tradicionais, da adoção do sistema. De acordo com Battaglia (2006), tradicionalmente a maioria dos indicadores das empresas está ligada aos resultados financeiros, ao volume de produção e a eficiência da mão de obra e do maquinário. Em particular, os indicadores tradicionais de medição de desempenho não avaliam adequadamente o desempenho das cadeias de valor relevantes à empresa, atendo-se à avaliação de processo e operações individuais (MASKELL; BAGGALEY, 2003).

Um conjunto de medidas de desempenho que forneça um quadro passado e um desempenho futuro é muito útil para o sucesso da organização, mas isso não é suficiente. Geralmente, os dados de desempenho são apenas informações e se a informação não é entendida ou corretamente seguida, não ajudará a organização a melhorar. Ser capaz de analisar corretamente os dados e usá-los para boas tomadas de decisões é a essência da gestão de desempenho.

Muito útil seria, mas não o suficiente para o sucesso da organização se houvesse um conjunto de medidas que forneça um quadro de desempenho passado e um desempenho futuro, geralmente, tais dados de desempenho são apenas informações, e neste caso, quando a informação não é entendida ou corretamente seguida, não ajuda a organização melhorar. Para tanto, é necessário ser capaz de analisar corretamente os dados e usá-los para boas tomadas de decisões que são a essência da gestão de desempenho (MARTINS, 2002).

Neste trabalho, apresentam-se indícios do impacto nas operações obtido por meio de uma experiência de planejamento e implementação do conceito de ME em linhas de produção. Verifica-se a adoção de melhores práticas na implementação da ME na empresa estudada, e procura-se relacionar tentativamente a adoção dessas práticas com o impacto posterior no desempenho operacional. Tratando-se, portanto de um estudo de caso (YIN, 2001).

1.1 DEFINIÇÕES DO PROBLEMA

Da reflexão anterior surge o problema, qual o impacto operacional da implementação de um programa de manufatura enxuta em uma empresa de bens de consumo não duráveis, medido num período *ex post* específico?

1.2 OBJETIVO GERAL

Assim, o objetivo geral deste trabalho é verificar o efeito da implementação de um sistema de manufatura enxuta no desempenho operacional, em uma empresa de bens de consumo não durável revisando as melhores práticas na implantação de ME encontradas na literatura.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Visando enfrentar este problema, objetiva-se especificamente:

- Comparar a implementação da manufatura enxuta na empresa com as melhores práticas referenciados na bibliografia sobre esse tema e identificar as oportunidades de melhoria e o grau de aderência com essas práticas;
- Comparar o desempenho operacional da empresa antes e depois da implementação do programa de manufatura enxuta, verificando possíveis impactos do programa;
- Elaborar sugestões de melhorias, caso haja alguma.

1.4 IMPORTÂNCIA DA PESQUISA

Embora sendo a Manufatura Enxuta amplamente reconhecida pela sua eficácia na melhoria contínua da produtividade, qualidade do produto e entrega no prazo para clientes, apenas 10% ou menos das empresas a nível global conseguiram implementar a manufatura enxuta utilizando ferramentas, técnicas e tecnologias enxutas para melhorar o desempenho operacional (MILITA; RAMUNE, 2013). É interessante mostrar, portanto, mesmo que num estudo de caso único, um

exemplo dos resultados da adesão às melhores práticas de ME, em termos de melhoria do desempenho operacional.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Esse capítulo apresenta e discute postulados teóricos da manufatura enxuta (ME) focados em conceitos e processo de implementação, assim como melhores práticas de manufatura enxuta já validadas na literatura. Foram incluídos também artigos que estabelecem ligações entre uso/implementação da ME e desempenho operacional.

2.1 MANUFATURA ENXUTA

Manufatura Enxuta é uma filosofia de fabricação que incorpora uma coleção de princípios, ferramentas e técnicas de negócio para otimizar tempo, recursos humanos, ativos e produtividade (VIENAZINDIENE & CIARNIENE, 2013). As aplicações de ferramentas da manufatura enxuta (ME) melhoram consideravelmente a vantagem competitiva de modo globalizado das empresas. As raízes da ME se originam com a fabricação de automóveis. Os primeiros veículos eram construídos de forma artesanal de modo individualizado, com baixa eficiência e custo elevado. Henry Ford reconheceu essas limitações e revolucionou este processo produtivo, quebrando o processo de montagem em tarefas de 30 segundos, que foram realizados quase mil vezes por dia (KRAFCHIK, 1998).

Tanto Kiichiro Toyoda como Taiichi Ohno foram fortemente influenciados pelos industriais americanos. De longe o mais influente foi Henry Ford. Outra grande influência foi o treinamento dentro da indústria (TALEGHANI, 2010). Na década de 1950, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno fundiram o conhecimento e as habilidades de mestres artesãos com a normalização e eficiência da linha de montagem móvel e acrescentaram o conceito de trabalho em equipe para criar o sistema de produção Toyota (STP) (WOMACK, 1990).

Segundo Shah & Ward (2007) existem muitas descrições da ME e de seus componentes juntamente com algumas definições conceituais. Shah & Ward (2007) observaram que as descrições são muitos gerais e tornaram-se mais abrangentes ao longo do tempo. Um caso em questão é o “*Just in Time*” (JIT), um dos conceitos do Sistema Toyota de Produção (STP) (MONDEN, 1983).

Segundo a visão do criador da filosofia *JIT*, Ohno (1997), *Just in time* significa que em um processo produtivo onde estejam envolvidos clientes e fornecedores, os

componentes devem chegar à linha de montagem corretamente no momento e quantidades certas.

Para Shingo (1996) sistema *JIT* de produção é 80% eliminação das perdas, 15% um sistema de produção e apenas 5% *Kanban*, esta exposição é pertinente pois não são poucos os que confundem *Kanban* com o *JIT*. *Kanban* é simplesmente um meio, ou uma das ferramentas, para se chegarão *JIT*.

Taiichi Ohno tinha começado a trabalhar no Sistema Toyota de Produção na década de 1940 e continuou seu desenvolvimento no final dos anos de 1980 sem ser impedido pela evolução em computadores, a qual permitiu à produção em massa ser mais robusta por usar sistemas MRP (*Material Requiriment Planning*). Na década de 1970 a Toyota já tinha estrutura de fornecimento enxuta e distribuição enxuta (MELTON, 2005).

Segundo Shah e Ward (2007), a ideia básica do Sistema Toyota de Produção é produzir o tipo de unidades necessárias, no momento necessário e nas quantidades necessárias de tal forma que os estoques de produtos intermediários e acabados possam ser eliminados.

Monden (1983) sugere que tais objetivos são alcançados por meio de quatro conceitos: *JIT*, automação, força de trabalho flexível, e aproveitar as sugestões do trabalhador. No entanto inclui, ainda, três sub objetivos como o controle da produção e do estoque tendendo a zero, garantia da qualidade e respeito pelo ser humano.

O grande diferencial é ser um conceito relacionado à produção, puxado pela demanda, onde primeiramente vende-se o produto para depois comprar a matéria-prima, e só depois fabricá-lo ou montá-lo em consequência a este fato a produção enxuta é um sistema integrado que realiza a produção dos bens / serviços com custo mínimo (HOPP e SPEARMAN, 2004). Segundo Ohno (1988) o Sistema Toyota de Produção é descrito como um esforço para tornar os bens em um fluxo contínuo (WORLEY & DOOLEN, 2006).

Segundo Liker (2005), a maioria das empresas foca demais em ferramentas como 5s e Just in Time, sem compreender o conceito da ME como todo 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 constituem a ME. Womack e Jones (1998) definem a ME como um processo de cinco passos: definir o valor do cliente, definir o fluxo de valor, fazer-lo fluir, puxar a produção a partir do cliente e

lutar pela excelência. Segundo Womack e Jones (1990), para ser uma empresa industrial enxuta, é preciso um modo de pensar que se concentre em fazer o produto fluir através de processos ininterruptos de agregação de valor, um sistema puxado que parta da demanda do cliente, reabastecendo somente o que a operação seguinte for consumir em curtos intervalos, e uma cultura em que todos lutem continuamente para melhoria.

Karlsson & Ahlstrom (1996) propuseram medir o progresso feito no esforço para uma empresa se tornar enxuta através da mensuração de determinantes que caracterizam a aplicação dos princípios da manufatura enxuta nas empresas industriais. Foram identificados nove determinantes: eliminação de desperdícios, melhoria contínua, zero defeitos, entregas just in time, existência de produção puxada, utilização de times multifuncionais, descentralização, integração de funções e existência de sistemas de informações verticais. Para cada determinante, os autores selecionaram algumas variáveis que pudessem adequadamente caracterizá-lo. A medida da evolução dessas variáveis ao longo do tempo definiria o progresso obtido na implementação das respectivas práticas da manufatura enxuta. No entanto, esse modelo apresenta duas limitações de ordem prática: (1) não estabelece uma grandeza única para medir de forma integrada o grau de implementação de todas as práticas da manufatura enxuta em uma empresa e (2) sua utilização ficaria condicionada à adoção de um mesmo conjunto de determinantes e variáveis para que os resultados produzidos pelo modelo pudessem oferecer comparações relativas entre empresas diferentes. Sem a força de uma norma ou padrão estabelecido, será muito difícil obter-se esse consenso. Soriano-Meier & Forrester (2002), a seu turno, apoiaram-se no modelo proposto por Karlsson & Ahlstrom (1996) e na medida do comprometimento da gerência com a implementação das práticas da manufatura enxuta apresentado por Boyer (1996), para propor uma grandeza, denominada DOL – degree of leanness –, que deveria ser utilizada para medir o grau de implementação das práticas de manufatura enxuta nas empresas industriais. Segundo os autores, o DOL seria definido como “a média das mudanças ocorridas entre 1998 e 1995, medidas segundo os nove determinantes da produção enxuta como definidos por Karlsson & Ahlstrom (1996)”. Como se observa, a definição proposta por Soriano-Meier & Forrester (2002), embora sugira a adoção de uma grandeza única para medir a implementação das práticas da manufatura enxuta, implica em uma limitação temporal o que

impossibilita a sua utilização para outros períodos de tempo. Como forma de contornar algumas das limitações comentadas e para auxiliar os gestores das empresas a implementar os conceitos da operação enxuta em suas organizações, a SAE – Society of Automotive Engineers – desenvolveu duas normas denominadas: (1) SAE J4000 – identificação e implementação de melhores práticas na implementação de uma operação enxuta e (2) J4001 – manual do usuário para a implementação de uma operação enxuta. A explicação do seu conteúdo e o detalhamento de sua aplicação vão descritos a seguir.

Karlsson e Ahlstrom (1997) explicaram que a empresa enxuta é um conceito que contém vários princípios. Os princípios, por sua vez, consistem num conjunto de atividades empreendidas para mudar a organização, e enquanto práticas, por sua vez, contém uma ampla gama de técnicas com ações em um nível bastante detalhado. Os elementos da ME identificados por Karlsson e Ahlstrom (1997) poderiam ser classificados com base nesses princípios. Segundo a convicção de Anand e Kodali (2009) alguns dos princípios, tais como, trabalho em equipe multifuncional, sistemas de informação descentralizados e funções, não são exatamente princípios. Para Anand e Kodali (2009) os itens listados a seguir são o núcleo dos princípios da ME, já que diferenciam complementarmente a ME dos sistemas tradicionais. São eles: Produção baseada em pedidos, zero defeitos, eliminação de desperdícios, foco em melhorias incrementais contínuas, respeito pela humanidade, sistema de gestão visual, foco em clientes e parceria do fornecedor.

Muitas organizações tentam permanecer rentáveis durante períodos de desaceleração da economia, aceitando e utilizando ferramentas para melhorar a competitividade através da ME. Alguns pesquisadores utilizam essa cultura como componente chave do sistema de gestão (TALEGHANI, 2010). O modelo de gestão da Toyota é várias vezes referido como “Sistema Toyota de Produção” (OHNO 2008). A referência da ME é devida as suas origens na gestão da produção, contudo essa descrição já está sendo remodelada, pois, pode ser aplicada não somente no contexto produtivo mas em qualquer tipo de negócio, incluindo serviços. Assim a descrição preferida e emergente para esse sistema de gestão da *Toyota Motor Corporation* está sendo descrita como “*Lean Management*” (EMILIANI, 2006).

A implantação da ME depende de se iniciar um processo de mudança cultural nas organizações, para que em um segundo momento haja o treinamento dos funcionários, e o início da implantação dos princípios e técnicas de sustentação,

permitindo o combate eficiente das perdas do sistema produtivo (WOMACK; JONES, 2004). O Sistema Toyota de Produção é fundamentalmente baseado na absoluta eliminação dos desperdícios, assim o passo preliminar para a aplicação deste sistema, é a identificação completa dos desperdícios, os quais são classificados por esse autor como desperdícios por: superprodução; espera; transporte; processamento em si; estoque; movimento; e por produzir produtos defeituosos (OHNO, 1997). Eliminar os desperdícios significa analisar todas as atividades realizadas no sistema de produção e eliminar aquelas que não agregam valor ao produto. A eliminação de tudo que não agrega valor implica inicialmente, identificar o que acrescenta valor para o cliente, e em seguida identificar o que não acrescenta valor (WOMACK JONES, 2004). O segundo pilar de sustentação do Sistema de Produção da Toyota é a já mencionada automação, que significa conferir aos equipamentos a capacidade de detectar falhas automaticamente. Este conceito permitiu que os mesmos fossem operados sem necessitar da presença do operador em tempo integral, mas apenas no momento que houvesse uma parada, possibilitando aos mesmos operar vários equipamentos simultaneamente, reduzindo com isso o custo e permitindo a capacitação de uma mão de obra multifuncional (OHNO, 1997).

WOMACK e JONES (1998) definiram com precisão cinco princípios do pensamento enxuto que oferecem uma valiosa colaboração para a gestão de processos:

- **EPECIFICAÇÃO DO VALOR:** Definir o que é valor, é o ponto de partida para a mentalidade enxuta. O valor do produto deve ser especificado pelo cliente final, e não pela empresa.
- **IDENTIFICAÇÃO DA CADEIA DE VALOR;** Cadeia ou fluxo de valor é o conjunto de todas as ações específicas necessárias para se levar um produto a passar pelas três tarefas gerenciais críticas de qualquer negócio: 1. Tarefas de solução de problemas, 2. Tarefa de gerenciamento de informação, 3. Tarefa de transformação física.
- **FLUXO DE VALOR:** Definição do fluxo otimizado de valor para fluir de forma harmônica até a chegada do produto ao cliente final.
- **PRODUÇÃO PUXADA:** Consiste em produzir apenas aquilo que é necessário quando for necessário.

- **BUSCA DA PERFEIÇÃO:** A perfeição deve ser o objetivo constante de todos envolvidos nos fluxos de valor.

De forma geral, para os itens a seguir, serão apresentadas ferramentas, tarefas e conceitos utilizados em uma implementação de manufatura enxuta sugeridos em parte por SUNDAR (2014) e por outros autores, citados abaixo quando relevante:

2.1.1 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR:

O fluxo de valor é definido como o conjunto de todas as ações específicas necessárias para trazer um produto específico através de três tarefas de gerenciamento de qualquer negócio: Resolução de problemas, gerenciamento de informações e transformação física. Rothers e Shook (1999) sugerem que a representação visual do Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) facilita a identificação das atividades de valor agregado em um fluxo de valor. A eliminação de desperdícios é o ponto central do ME e o ponto de partida para a utilização da ferramenta VSM. Segundo Corrêa e Gianesi (2009) “eliminar desperdícios significa analisar todas as atividades realizadas na fábrica e eliminar aquelas que não agregam valor à produção”. Portanto, valor e desperdícios são conceitos mutuamente excludentes. Churchill e Peter (2000) definem valor como a diferença entre os benefícios percebidos pelo cliente e os custos da compra e uso do produto. Trata-se daquilo que o cliente considera como importante na concepção do produto e que se dispõe a pagar. Enquanto o desperdício se refere às atividades que geram custo, mas não agregam valor ao produto, devendo, portanto, ser eliminadas do processo (GHINATO, 2002).

O Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) é uma técnica de modelagem de processos introduzida por Rother e Shook (2003) que aborda os desperdícios e a agregação de valor. A técnica analisa o fluxo de valor, ou seja, “toda a ação agregando valor ou não necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto: (1) o fluxo de produção desde a matéria prima até os braços do consumidor, e (2) o fluxo do projeto do produto, da concepção até o lançamento” (ROTHER; SHOOK, 2003). Essa visão completa ajuda a identificar desperdícios por meio de uma representação gráfica de fácil compreensão. Segundo Rother e Shook (2003) existem dois mapas de fluxo de valor, um apresentando a

situação atual e outro o cenário futuro. A partir do mapa de fluxo atual procura-se identificar os desperdícios e onde devem ser realizadas melhorias. No mapa futuro apresenta-se um projeto para implementar a ME.

2.1.2 TROCA RÁPIDA / TROCA DE UM ÚNICO MINUTO / SMED:

A mudança rápida ao longo do tempo foi introduzida por Shingo. Shingo (1985) propôs regras para a padronização do *setup* e tempo de forma visual, para superar ajuste e execução com múltiplas produções baseado em tempo. Shingo (1985) separou o tempo de transição em tempo interno e externo, as atividades realizadas interrompendo a máquina são chamadas de tempo de configuração interna, e por outro lado a atividade que é realizada sem parar a máquina é chamada de tempo de configuração, com base nessas análises o possível tempo de estabelecimento interno são convertidos para configuração externa e o tempo de configuração interna é simplificado através da introdução de múltiplos operadores. Uma das tarefas críticas é definir parâmetros para o primeiro bom produto durante a execução do teste inicial, o primeiro bom parâmetro de configuração do produto para o teste inicial pode ser alcançado usando o desenho experimental de *Tagushi* através do resultado do desenho experimental de *Tagushi* os ensaios necessários para iniciar a produção em massa reduzem, como também o desperdício de material durante a fase inicial. Segundo Shingo (1985), os fatores que afetam o processo de tomada de decisão do SMED (*Single Minute Exchange of Die*) são o custo, energia, disposição das instalações, segurança, a vida, qualidade e manutenção.

2.1.3 KANBAN

Kanban é um subsistema do sistema de manufatura enxuta que foi criado para controlar os níveis de estoques, a produção e fornecimento de componentes. (WOMACK 1990). Sipper (1988), afirma que as incertezas da demanda a manutenção do “*Buffer*” são necessárias para facilitar o fluxo de produção e reconfiguração do sistema *Kanban* para diminuir o estoque. Assim o sistema *Kanban* fornece modelo mistos de produção junto com o inventário com nível ideal que resulta em menos tempo de entrega do produto e na utilização eficaz dos recursos tais como homem, máquina, etc. Martins e Laugeni (1998) afirmam que o objetivo do

sistema *Kanban* é apontar a necessidade de material, assegurando que tais itens sejam produzidos e entregues a tempo de garantir a fabricação e a montagem do processo subsequente. Segundo Liker (2005), o sistema *Kanban* de abastecimento devolve suas atividades como se a produção puxasse os estoques, ou seja, de acordo com a velocidade da produção os estoques são repostos com maior ou menor rapidez. “No modelo Toyota, puxar significa o estado ideal da fabricação *Just in time*: (dar ao cliente que pode ser o próximo passo no processo de produção) o que ele quer, quando o quer e na quantidade que deseja”. Tubino (2000) afirma que “no sistema *Kanban* de puxar a produção não se produz nada até que o cliente (interno ou externo) de seu processo solicite a produção de determinado item”. Tubino (2000) salienta que à medida que o cliente de um processo necessita de matérias, ele recorre diretamente aos *Kanbans* em estoque neste processo, acionando no mesmo momento o processo para que os *Kanbans* dos itens consumidos sejam repostos. Tubino (2000) sugere cinco regras a serem observadas para que os benefícios do sistema *Kanban* possam ser percebidos e atingir o esperado:

- a) O processo subsequente (cliente) deve retirar no processo precedente (fornecedor) os itens de sua necessidade apenas nas quantidades e tempo necessário;
- b) O processo precedente (fornecedor) deve produzir seus itens apenas nas quantidades requisitadas pelo processo subsequente (cliente);
- c) Produtos com Defeito não devem ser liberados para processos subsequentes (clientes);
- d) O número de *Kanbans* no sistema deve ser minimizado;
- e) O sistema *Kanban* deve adaptar-se a pequenas flutuações na demanda.

Ribeiro (1999) apresenta algumas vantagens e benefícios do sistema *Kanban* em uma organização, são elas:

- a) Eliminação de emissão de controle de documentos;
- b) Gerenciamento operacional não burocrático;
- c) Motivação da equipe de trabalho;
- d) Envolvimento e comprometimento das pessoas;
- e) Mão-de-obra dedicada e comprometida com o processo;

- f) Valorização do emprego, que é fundamental para o sucesso do sistema;
- g) Controle dos processos na produção
- h) Redução significativas de estoques;
- i) Redução de perdas com áreas, movimentação de materiais, mão-de-obra, almoxarifado, dentre outras;
- j) Aumento do capital de giro da empresa;
- k) Cumprimento de programas e metas;
- l) Redução dos custos de fabricação.

2.1.4 NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO

O ambiente atual do negócio é volátil que conduz a flutuação na demanda do cliente, esta flutuação conduz a variabilidade na produção. A fim de superar esta flutuação inicialmente o nivelamento da demanda do cliente é necessário. Sem nivelamento, esta flutuação leva a capacidades subutilizadas, tais como, tempos de inatividade do homem e da máquina ou problemas de qualidade, avarias e defeitos (LIKER 2004).

2.1.5 MELHORIA CONTINUA / KAIZEN

Melhoria continua é uma filosofia que Deming (1982) descreveu simplesmente como “Iniciativas de sucesso e reduzir falhas”. Sundar (2014) afirma que melhoria contínua é o elemento de gestão orientada ao esforço a mudança cultural no local de trabalho. Uma vez estabelecida a estabilidade do processo, são necessárias ferramentas e elementos de melhoria contínua para determinar a causa raiz da ineficiência e aplicar contramedidas eficazes para reduzir essas ineficiências. Berger (1997) afirma que melhoria contínua baseia-se na crença e no desejo inerente de qualidade e valor. Nesse ambiente competitivo, Halvor (2013) afirma que a melhoria contínua é necessária para sustentar o negócio, mas o sucesso da melhoria contínua depende da percepção do empregado, da adaptação, do trabalho em equipe, do engajamento dos líderes, motivação, iniciativa e treinamento. O mecanismo de melhoria contínua inclui problemas com treinamentos, solução de problemas de processo, técnica, desenvolvimento de gestão de ideias,

desenvolvimento de recompensas e sistemas de reconhecimento. Oishi (1995) afirma que por meio do *Kaizen* a empresa parte em busca de uma série de melhorias, em diversos pontos de vista, como o econômico, o técnico, e o de eficiência, dentre outros. Porém, sempre dentro de um contexto visando a harmonia e considerações humanas, ou seja, as melhorias em produtividade ou em lucratividade da empresa não podem ser visadas em detrimento do melhor condicionamento dos elementos humanos envolvidos neste processo de melhoria.

2.1.6 TRABALHO PADRONIZADO

Berger (1997) sugeriu que o trabalho padrão é a ferramenta básica para melhoria contínua. Trabalho padrão refere-se ao método mais seguro e mais eficaz para realizar um trabalho no menor tempo repetível mostrando resultados eficazes na utilização de pessoas, máquinas e materiais. Jamie (1999), descreveu que a normalização do trabalho pode ser descrita como um conjunto de ferramentas que resultam em procedimentos operacionais padrão (POP). Os POPs contêm processo de trabalho do operador, tais como etapas de sequência, tempo de ciclo, controle de processo, etc. POPs representam o melhor pensamento sobre como fazer um trabalho específico dentro de um tempo alvo. Uma vez que o trabalho padronizado é estabelecido, é possível controlar e melhorar a concepção do trabalho. O trabalho padronizado auxilia na reorganização do trabalho em relação ao tempo *Takt*, quando houver aumento de demanda pode-se incrementalmente adicionar trabalhadores, se a demanda diminuir pode-se remover trabalhadores da linha. Em 1983 introduziu-se o quadro de trabalho padronizado, que visualiza o movimento do operador e a localização do material em relação à máquina e ao *layout* de processo, além de: uma tabela de combinação de tarefas que visualiza a combinação de tempo de trabalho manual e tempo de processamento da máquina para cada operação em uma sequência de produção, e a folha de operação padrão, que tem como objetivo identificar resíduos, tais como espera e sobrecarga de trabalho. Essas ferramentas são úteis para analisar o trabalho padrão.

2.1.7 O PROGRAMA 5'S

Segundo pesquisa realizada por Godoy (2001), o programa 5'S influencia, positivamente a organização, as pessoas, o ambiente, potencializando a melhoria da qualidade. O Programa 5'S tem como objetivo a melhoria do ambiente de trabalho no sentido físico (organização geral do espaço físico) e mental (mudança da maneira de pensar das pessoas na direção de um melhor comportamento) (SILVA I, 2001). A origem deste programa vem de palavras japonesas iniciadas com a letra S: seiri, seiton, seisou, seiketsu e shitsuke. Senso traduz com perfeição as ideias de atitude e de pré-disposição para gerar os comportamentos de utilização, ordenação, limpeza, asseio e autodisciplina, sendo uma metodologia para a organização de quaisquer ambientes, principalmente os de trabalho (QUEIROGA, 2005)

2.1.8 FATOR HUMANO

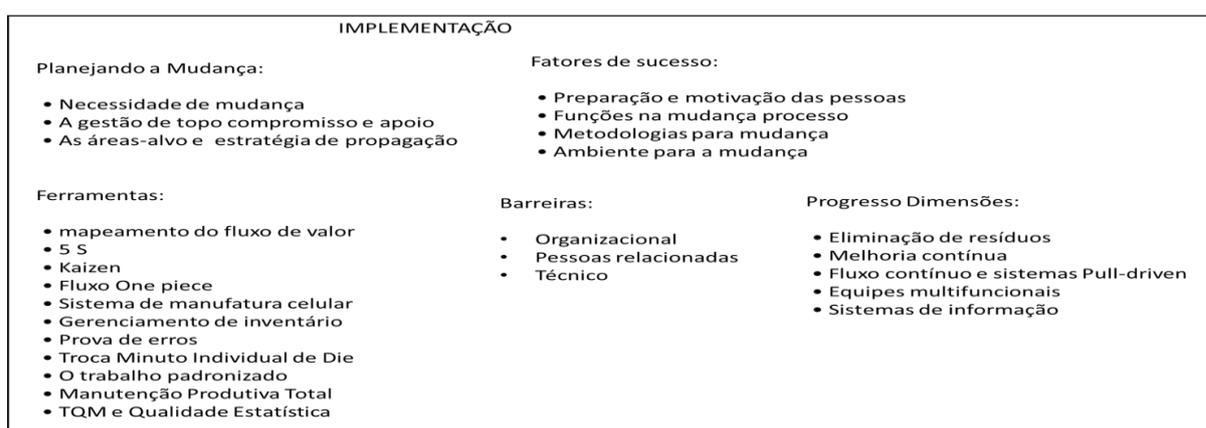
A adoção de um sistema de manufatura enxuta exige uma grande mudança na mentalidade das pessoas como um todo, desde o chão de fábrica até a alta gerencia, e essas mudanças podem ser difíceis de implementar. Outro ponto é a importância dos relacionamentos interpessoais no trabalho em time, treinamentos e desenvolvimento da equipe com habilidades, interação social dentro do time, respeito e opiniões dos trabalhadores. Os problemas humanos são referidos sobre a forma como as pessoas reagem à forma como são tratados dentro de sua organização e como eles estão envolvidos no processo de implementação da manufatura enxuta, ou seja, como as empresas implementam o pilar do "Respeito às Pessoas" em suas organizações. Deve-se verificar se os funcionários sentem que a equipe de gestão não respeita seus esforços. Neste caso o desânimo pode aparecer e o esforço da implementação da manufatura enxuta irá falhar (P. PUVANASVARAN, 2009). A gestão de mudanças humanas considera o ser humano com toda sua complexidade. São suas reações, seus humores, suas motivações, seus comportamentos e seu engajamento que determinarão sua colaboração positiva ou não com a mudança. A cultura organizacional de melhoria continua é uma das principais fontes de dificuldade na conversão para a produção enxuta (JOHNSON & WEMMERLOV, 2004).

2.2 PRÁTICAS DE ME E SUA IMPLEMENTAÇÃO

A implementação da filosofia e princípios da ME podem ser descritas como um conjunto de ações e processos que começam com o planejamento da mudança e, definindo os fatores de sucesso, e terminando com a implementação e medição do progresso, fatores de sucesso e barreiras

Resumindo as conclusões de vários autores, como Martinez e e Perez (2001), Radnor e Boaden (2008), Duque e Cadavid (2007), Upadhye, Deshumukh e Garg (2010), Bollbach (2012) e Ciarniene e Vienazindiene (2012), Milita & Ramune (2013) apresentam o modelo de implementação Lean bem sucedido. (Figura 1)

Figura 1 – Modelo para implementação do Lean



Milita; Ramune (2013)

A fim de implementar o conceito de ME com sucesso, muitos pesquisadores enfatizam algumas qualidades como; o compromisso da alta administração, capacidade de liderança e estilo de gerenciamento (R. SUNDAR, A. N. BALAJI, R. M. SATHEESH KUMAR, 2014). Em essência, essas qualidades facilitam a integração de toda infraestrutura organizacional através de uma forte liderança e visão estratégica da gestão (TALEGHANI, 2010). Algumas organizações que implementam a ME relataram enormes benefícios, enquanto outras não obtiveram os resultados desejados. Muitas empresas que relatam ganhos iniciais de implementação conseguem que a melhoria contínua permaneça acontecendo, enquanto as que tiveram insucesso não conseguem melhorar continuamente. Anand e Kodali (2009) acreditam que empresas ou gerentes, de forma individual, adotaram a abordagem enxuta com compressão incompleta e

como resultado a empresa não poderá ser capaz de obter todos os benefícios que a Toyota desfruta. Segundo Sundar (2014), a maioria das pesquisas sobre elementos enxutos se concentra em apenas um ou dois elementos ou na combinação de dois ou três elementos. Para implementar a ME bem sucedida, existe a necessidade de incorporação de todos os elementos enxutos e de um sequenciamento.

2.3 GUIAS DE IMPLEMENTAÇÃO

O objetivo deste subtópico é de apresentar 3 (três) guias de implementação da ME estruturados e detalhados, que são utilizados nos processos de transformação enxuta. Um guia de implementação deve estimular o entendimento sistêmico sobre os mecanismos de funcionamento do novo conceito ou paradigma, conduzindo os líderes a buscar a compressão sobre os princípios e capacitadores da ME. Outro ponto importante é a atenção com o processo de mudança e aprendizado que tal transformação exige.

Segundo Silva (2008), construção de uma metodologia se deve a alguns fatores importantes como indicar, disponibilizar ou facilitar o acesso dentro do possível em cada fase da implementação do projeto. Simcsik (1993) considera que uma metodologia não procura soluções, mas estuda a melhor maneira de abordar determinados problemas, procurando, desta forma, indicar os caminhos para chegar a soluções, uma metodologia auxilia e orienta no processo de investigação e levantamento de dados para tomar as decisões mais oportunas e melhores para um determinado momento de espaço e tempo.

Os critérios mais comuns para medição do desempenho operacional trazidos por uma filosofia como a manufatura enxuta são: eficiência (custo e capital), confiabilidade (produtos, entrega e custo), qualidade, velocidade de entrega e flexibilidade (mix de produtos). (WHEELWRIGHT, 1978).

Zawislak (2009) destacou as ferramentas que permitiram o sucesso da ME: melhor alocação dos recursos de produção disponíveis, qualificação da mão de obra, redução de estoques e racionalização do tempo, levando assim a uma redução de custos, Voss (1995) identificou três paradigmas:

1. Decisões estratégicas, na qual há visão ampla e seus impactos no mercado.
2. Competição através da manufatura

3. Melhores práticas conduzem a um desempenho excelente.

Para atingir as metas, todos os níveis da organização devem estar envolvidos. Os administradores acompanham o progresso e apoiam seus funcionários visitando a operação conversando e alinhando as informações sempre que necessário com seus colaboradores

O estudo de Achanga (2006) expõe quatro fatores críticos de sucesso para implementação da manufatura enxuta:

1. Liderança e Gestão: Para implementar sucintamente o conceito de manufatura enxuta com sucesso, as empresas devem possuir fortes características de liderança capazes de exibir estilos de gerenciamento. Essas qualidades facilitariam a integração de todas as infraestruturas dentro de uma organização, uma vez que liderança e gerenciamento fortes permeiam uma visão e estratégia permitindo uma estrutura organizacional flexível.

2. Capacidade financeira: A capacidade financeira é um fator crucial na determinação de qualquer projeto bem sucedido. A insuficiência financeira é um grande obstáculo para a adoção e posterior implementação de uma manufatura enxuta. Qualquer melhoria de produtividade, iniciada dentro de qualquer organização, pode exigir recursos financeiros para contratar consultores, bem como treinamento de pessoas para utilizar técnicas.

3. Habilidade e conhecimento organizacional: O futuro da manufatura enxuta também reside no capital intelectual e na capacidade de inovar e diferenciar. Muitas empresas empregam pessoas com baixos níveis de habilidades e não promovem a ideologia da habilidade e aprimoramento.

4. Cultura organizacional e Comportamento: A criação de uma cultura organizacional é uma plataforma essencial para a implementação da manufatura enxuta. As empresas de alto desempenho são aquelas com uma cultura de melhoria sustentada e proativa.

Embora muitas variáveis possam afetar o sucesso de uma implementação, Alavi (2003), Bamber e Dale (2000), Boyer e Sovilla (2003), Parks (2002), e Womack e Jones (1996) concordam que a gestão é vital. Segundo Boyer e Sovilla (2003), a alta gerência não deve apenas demonstrar empenho e liderança, mas deve também trabalhar para criar interesse na implementação e comunicar a mudança para todos dentro da organização. Alavi (2003), Boyer e Sovilla (2003) e Emiliani (2001) afirmam que a gestão deve ser visivelmente ligada ao projeto, e participar nos

eventos da manufatura enxuta. Worly e Doolen (2006) afirmam que a falta de investimento da gestão na implementação da manufatura enxuta também pode afetar o sucesso da implementação, de forma menos visível. Se os funcionários acharem que a equipe executiva não respeita os seus esforços, o desânimo pode vir à tona. Boyer e Sovilla (2003) sugere que embora seja frequentemente desejável conduzir a mudança do chão de fábrica é importante que uma transição seja realizada.

A implementação da ME é complexa, demorada e requer alocação de certa quantidade de recursos por parte das empresas (LIAN; VANLANDEGHEM, 2007). Como resultado das dificuldades encontradas no processo de implementação da ME, Backer (2002), Sohal e Eggleston (1994), com base em pesquisas realizadas em diferentes países, concluíram que menos de 10% das empresas que iniciaram um projeto de implementação alcançaram maturidade em seus sistemas enxutos. Diversos estudos têm identificado fatores importantes para a eficiência das implementações da ME. Por exemplo, Cua, Mckone e Schroeder (2001) concluíram que a implementação conjunta de práticas associadas à gestão da qualidade total, *just-in-time* e manutenção produtiva total, produz resultados melhores do que aqueles obtidos quando cada prática é aplicada isoladamente. Já pesquisas realizadas por Golhar, Stamm e Smith (1990), White, Pearson e Wilson (1999) analisaram que fatores importantes na implementação da ME são o tempo de experiência com as práticas (quanto mais longo, melhores os resultados), o tipo de processo produtivo (processos repetitivos e em linha facilitam a implementação e geram maiores ganhos em comparação a ambientes *job-shop*) e o porte da empresa. Em relação ao porte da empresa, uma das conclusões foi que, nos Estados Unidos, as grandes empresas estão em estágio mais avançado de implementação das práticas enxutas e as usam há mais tempo em comparação às menores empresas, com exceção da prática de multifuncionalidade da mão de obra (WHITE; PEARSON; WILSON, 1999). Outros fatores identificados em estudos anteriores foram os investimentos na infraestrutura de apoio a manufatura (SORIANO-MEIER; FORRESTER, 2002), e a existência de sistemas de incentivos a gerentes e operários (KOH; SIM; KILLOUGH, 2004). Por outro lado, Shah e Ward (2002) concluíram que fatores de pouca influência são a idade da planta e o grau de sindicalização dos operadores.

Com base em tais estudos, fica claro que o sucesso da implementação da ME depende das particularidades de cada empresa, conforme as inter-relações entre os diversos fatores supracitados. Lewis (2000) reforça que as trajetórias encontradas pelas empresas para implantar a ME são únicas na maioria dos casos, pois, há necessidades de adaptações para cada contexto organizacional, tecnológico e ambiente externo à organização.

A seguir serão apresentados modelos de guias, propostos por entidades de reconhecida relevância no meio científico e empresarial e com bastante domínio sobre o tema da Manufatura Enxuta. Os modelos de guias foram: do *Lean Enterprise Institute* (LEI), do *Productivity Inc*, e do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT).

A. Guia do *Lean Enterprise Institute* (LEI) (2005)

O *Lean Enterprise Institute*- LEI (2005) estabeleceu um *lean roadmap* que auxiliasse a escolha da melhor sequência de treinamento aos interessados nos seus cursos de formação. Esse guia (Anexo A) flexível não teria rigidez e deveria permitir uma espécie de customização do programa de preparação da jornada enxuta de acordo com o ambiente de aplicação, o papel do treinando e o estágio de transformação enxuta no qual a empresa se enquadra. Salienta-se que todos os processos de formação deveriam iniciar pelo mapeamento do fluxo de valor a fim de se evitar o erro comum da aplicação de técnicas isoladas ao invés da criação de um sistema que construa um fluxo de valor enxuto.

- a) FASE 1: Mapeamento do fluxo de valor; constitui-se como ferramenta fundamental e crítica, pois é usado para retratar o estado atual e o futuro no processo de implantação dos sistemas enxutos. O *gap* entre a situação atual e a situação ideal mostra e direciona a aplicação das técnicas enxutas para garantir a maior eficácia, como é o caso dos Eventos *Kaizen*. Sendo uma representação visual de todo o processo, o mapeamento possibilita melhor entendimento das ligações entre o fluxo de materiais e de informações e prepara as pessoas para visualizar os fluxos e, a partir disso, localizar e eliminar as perdas de maneira sistemática.
- b) FASE 2. Alteração do *skill* dos agentes de mudança: Se torna necessária à medida que as empresas perceberam a necessidade de criar um sistema de operação enxuto integrado, que implantasse os

conceitos enxutos em toda empresa e não somente na manufatura. Muitas vezes essas iniciativas precedentes se limitavam a implantação de ferramentas em processos isolados. Dois novos papéis emergiram desse novo cenário: o gerente ou especialista, com vivências anteriores em processos de implantações enxutas e que naturalmente passam a assumir a liderança dos movimentos de mudança, e indivíduos com pouca ou quase nenhuma experiência com as iniciativas enxutas, mas que se envolvidos, tem papel importante nos melhoramentos.

- c) FASE 3: Gerenciamento das Políticas: O gerenciamento das políticas, também chamado de *Hoshim Kanri*, tem como objetivo ajustar as iniciativas enxutas às necessidades e prioridades das empresas. Esse gerenciamento direciona a atenção e os recursos para as atividades importantes e realizáveis, evitando, assim, os desvios que levam ao atraso, ao insucesso e à desmotivação, bem como alinha funções e atividades com as metas críticas e estratégicas estabelecendo prazos, indicadores/medições e responsabilidades claras.
- d) FASE 4: Atingir a estabilidade básica: é o pressuposto essencial no qual a maioria das empresas deveria focar atenção ao iniciar a jornada enxuta. Sem um processo de manufatura confiável e estável é impossível sustentar os objetivos enxutos chave, como o fluxo contínuo, a produção nivelada ou a produção puxada. Nessa fase, identificam-se as causas raízes dos problemas de estabilidade existentes no fluxo de valor, bem como se estabelece um sistema para evitar a recorrência dessas causas.
- e) FASE 5: Criação de um fluxo contínuo de operação e materiais: A criação de um fluxo de operação e de materiais é fundamental e deve ocorrer, inicialmente nos processos de produção chave e na sequência nos demais processos. Todas as instalações de produção têm pelo menos um processo chave, porém, as empresas falham na administração desse aspecto.
- f) FASE 6: Criação da produção puxada: produção puxada e produção nivelada são fatores chave do sucesso da *Toyota*, mas poucas empresas atingiram verdadeiramente o mesmo nível de desempenho

da empresa citada. Para se iniciar essa fase, as anteriores deveriam estar razoavelmente consolidadas: identificação e eliminação das perdas, o 5'S, solução de problemas, processo estabilizado e construção do fluxo contínuo, uma vez que os melhoramentos no fluxo de valor de produto e processos específicos, obtidos nas fases anteriores, deveriam ser estendidos para todas as famílias de produtos e para todo o processo.

B Guia de implementação do *Productivity Inc.* (2007)

O Productivity Inc. (2007) apresenta um modelo de Guia para implementação da ME (Anexo B) dividido em 5 fases:

- a) **Planejamento:** essa fase tem uma duração que pode variar de um a seis meses dependendo da dimensão da empresa e do processo de transformação. Nessa fase, deve-se realizar a avaliação inicial da situação de desempenho da empresa. Logo em seguida, devem ser definidos os objetivos e as formas de medi-los ao longo do processo de mudança: devem ser planejadas as estruturas que permitirão o estabelecimento da organização enxuta: deve ser iniciada a avaliação sobre as condições atuais em que se encontra a empresa em relação à aplicação dos conceitos e ferramentas enxutas; deve ser estabelecida a política de desdobramento das diretrizes; e finalmente, deve ser amplamente divulgada a política da Manufatura Enxuta.
- b) **Aplicação em escala Piloto:** esta fase pode durar de três a seis meses, dependendo do número de aplicações piloto que se fizer necessário para embasar a fase seguinte. O início dessa fase é a preparação e escolha dos pontos da produção para onde será direcionada a aplicação piloto, por exemplo; 5S, trabalho padrão, estabelecer fluxo, trocas rápidas, manutenção autônoma, controle visual.
- c) **Desdobramento para toda planta:** esta fase é geralmente mais longa que as anteriores, podendo variar de dois a doze meses. Essa duração depende muito da qualidade dos resultados obtidos nas fases anteriores. Essa fase visa à elaboração do plano de implementação das melhorias testadas nas áreas piloto.
- d) **Integração:** Esta fase visa integrar o desempenho de todos os times e projetos de melhoria por toda a empresa, desdobrando o programa enxuto

para toda a cadeia de valor, essa fase pode durar de dois a seis meses. É nessa fase que é desenvolvido um movimento de educação e envolvimento de todos os empregados.

- e) **Excelência:** Esta fase não tem duração definida, pois, a excelência deve ser perseguida continuamente, contudo, é necessário que se quebre os paradigmas, que sejam modificados os modelos mentais e busquem sempre novas ideias.

C Modelo de Guia para implementação da manufatura enxuta do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), Segundo CRABILL (2000)

Segundo Crabill (2000), o *Lean Enterprise Model* (LEM) foi estabelecido com base em experiências práticas na implementação da produção enxuta nas operações de várias fábricas da indústria aeronáutica dos EUA. O consórcio *Lean Aerospace Initiative* (LAI), mediado pelo MIT (Anexo C), conduziu a pesquisa de validação desse modelo.

1. **Focalização no fluxo de valor:** Todas as ações e recursos da empresa devem ser direcionados para garantir a criação de valor para o cliente, qualquer recurso depreendido que não se enquadre nesse princípio deve ser qualificador como desperdício. Algumas ações são necessárias nessa etapa: mapear o fluxo de valor, internalizar a visão; metas e métricas definidas; identificar e definir os patrocinadores chaves (clientes, liderança, fornecedores, acionistas e comunidade).
2. **Desenvolver a estrutura e o comportamento enxutos:** Nesta etapa, deve ser iniciado um processo de desaprendizagem e de modificação dos modelos mentais vigentes, de forma a favorecer a implementação dos princípios e práticas enxutas nos esforços em direção ao melhoramento contínuo. A adoção de uma política de incentivos pode favorecer o estabelecimento do comportamento desejado. Nessa atividade são previstas as seguintes ações: organizar a implementação; identificar e potencializar os agentes de mudança; alinhar e adaptar estruturas e sistemas.
3. **Criar e refinar o plano de implementação:** é a atividade de entrada do ciclo curto que procura identificar e priorizar as atividades, direcionar os recursos e providenciar os programas de educação e treinamento. São previstas as

seguintes ações nessa etapa: comprometer os recursos; prover educação e treinamento; identificar e priorizar atividades enxutas.

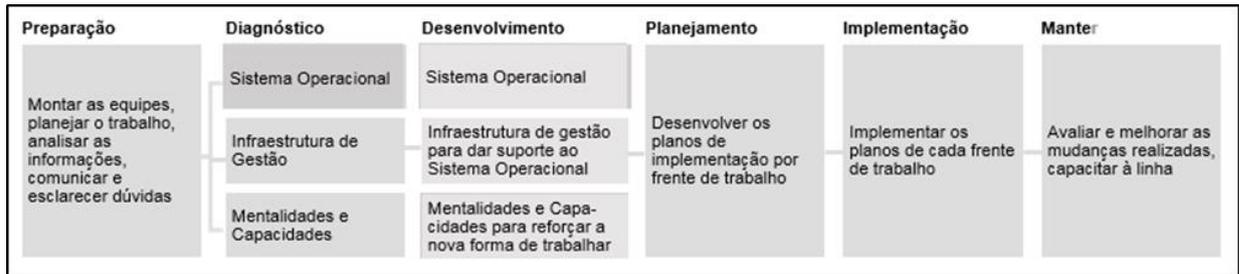
4. **Implementar as atividades enxutas:** É nessa fase que o processo de implementação e transformação se inicia e que os parâmetros e os direcionamentos para as mudanças necessárias devem ser bem detalhadas e operacionalizadas. As ações necessárias nessa etapa são: desenvolver planos detalhados; implementar as atividades enxutas.
5. **Focar no melhoramento contínuo:** Essa atividade é fundamental para a eficácia e a continuidade da transformação em longo prazo. As ações previstas nessa etapa são: monitorar o progresso da transformação; estimular o processo; refinar o plano; capturar e adotar novos conhecimentos.
Quando o processo de transformação enxuta passa a ser reconhecido como a pedra fundamental do planejamento estratégico da organização, o fluxo segue para a realimentação de todo modelo. Assim, pode-se dizer que o fluxo de implementação enxuta é um processo contínuo de melhoramento de toda organização.

2.4 GUIA DE IMPLEMENTAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA

Implementação da ME ocorreu na empresa estudada através de etapas (preparação, diagnóstico, desenho e implementação), em que são escolhidas as pessoas que participarão ativamente da implementação. Essas pessoas são os agentes de mudança e estão divididos em frentes de trabalho (Figura 2). A implementação ocorre entre 12 a 14 semanas sendo divididas da seguinte forma:

- a. Preparação (1 semana)
- b. Diagnóstico (2 semanas)
- c. Desenho (1 semana)
- d. Implementação (10 semanas)

Figura 2 – Fases da implementação

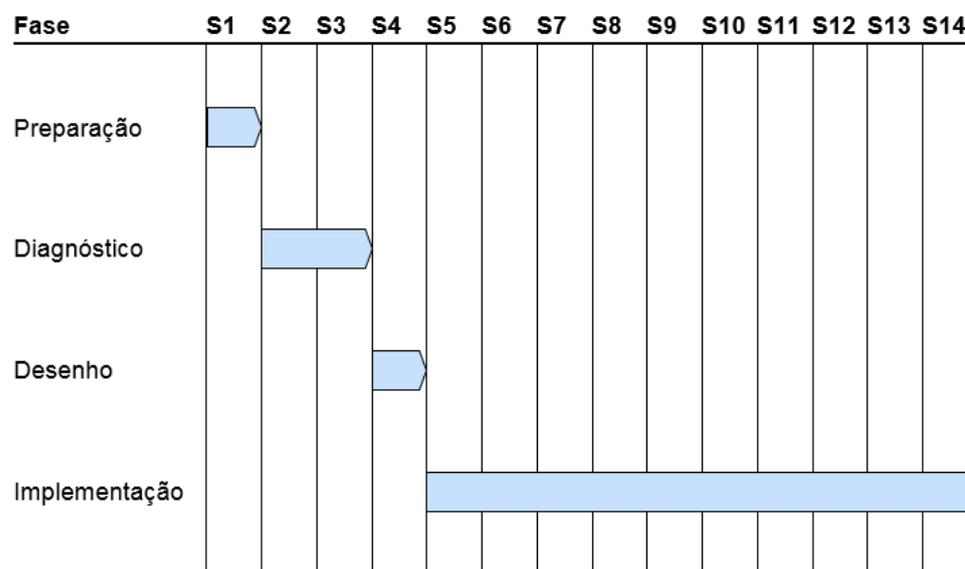


Fonte: O próprio autor

- a. **Preparação:** Nessa etapa são montadas as equipes, planeja-se o trabalho, analisam-se as informações, enviam-se comunicações e esclarecem-se dúvidas sobre a implementação.
- b. **Diagnóstico:** Nessa etapa analisa-se o fluxo de materiais e informações, levam-se em conta as observações da operação, e são apresentados os papéis e responsabilidades, discutidos os incentivos e a gestão do desempenho. Identificam-se as diferenças nas mentalidades e capacidades em todos os níveis através de debates, pesquisas e entrevistas. Compara os resultados atuais com os objetivos e identificam-se marcos para medir e registrar os impactos.
- c. **Desenho:** Nesta etapa verifica-se o sistema de forma técnica para satisfazer as necessidades do cliente de forma futura, eficiência do processo, custo, qualidade e segurança, carga de trabalho, estrutura de suporte e identificação de ações para melhorar a nova forma de trabalhar.
- d. **Implementação:** Nessa etapa são feitas as ações que foram sugeridas no decorrer da fase de diagnóstico e desenho. Desenvolvem-se os planos de implementação por frente de trabalho, implementam-se as ações e avaliam-se e melhoram-se as mudanças realizadas, além de capacitar-se a operação da linha de produção.

Foram implementadas algumas ferramentas e tarefas relacionadas com a metodologia do *Lean Manufacturing* nessa fase. Foram elas: 5S, TPM, KANBAN, GESTÃO VISUAL, KAIZEN, GEMBA, SMED, SISTEMA PUXADO, TRABALHO PADRONIZADO, QUALIDADE NA FONTE e COMUNICAÇÃO.

Figura 3 – Linha do tempo das fases da implementação



Fonte: autor

A empresa estudada tem 2 (duas) linhas de produção em uma única célula, onde somente uma linha de produção passou por implementação da produção enxuta. No período de 18 meses durante a implementação, nenhum fator externo do tipo preço de matéria prima, oscilações ou sazonalidades do mercado foram significantes a ponto de mudar o resultado esperado da transformação da linha. Sendo assim, as ferramentas da ME que foram aplicadas foram essenciais para os resultados obtidos.

3 MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA

3.1 MÉTODOS DA PESQUISA:

Esta pesquisa empírica trata-se de estudo de caso. Segundo Yin (1994), o estudo de caso é uma investigação empírica que investiga um fenômeno no seu ambiente natural, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são bem definidas. É a estratégia de investigação mais adequada quando queremos saber o “como” e o “porquê” de acontecimentos atuais sobre os quais o investigador tem pouco ou nenhum controle.

Foi realizada uma coleta de dados secundários de relatórios e de dados primários obtidos em entrevistas semiestruturadas baseadas em questionário, realizadas com os gestores e funcionários das áreas de engenharia e operação, visando levantar informações sobre o modelo implementado de manufatura enxuta.

O modelo da empresa estudada foi comparado com postulados teóricos já existentes sobre a implementação da manufatura enxuta, conforme pesquisa bibliográfica sobre o tema.

Foram analisados aspectos quantitativos para comparar os indicadores médios de desempenho operacional da empresa após a implementação da manufatura enxuta, com os mesmos indicadores obtidos no passado, antes da implementação. Para este fim foi utilizado o teste não paramétrico de Mann Whitney, adequado para amostras independentes de menor tamanho, o teste calcula o valor de U, a distribuição para amostras com mais de 10 observações relativamente bem próximas da distribuição normal.

Foi também aplicado o teste de probabilidade de significância ou o valor-p, que é a probabilidade de se obter uma estatística de teste igual ou mais extrema que aquela observada em uma amostra, sob hipótese nula. Um valor-p é uma medida de quanta evidência você tem contra a hipótese nula, quanto menor o valor-p mais evidência você tem. Estes testes visam verificar indícios do impacto da implantação da manufatura enxuta no desempenho operacional.

A empresa foco deste estudo é uma multinacional no setor de bens de consumo não duráveis, classificada entre as três maiores no segmento de produtos descartáveis do Brasil. Maiores detalhes sobre a empresa não puderam ser fornecidos por motivos de sigilo.

3.2 DESENVOLVIMENTO dos questionários

O questionário foi dividido em duas seções: a) a primeira (Apêndice A), com 15 questões buscava informações acerca da implementação da manufatura enxuta, aplicação de ferramentas, quantas pessoas, cargos e responsabilidades da equipe e preparação da liderança através de um viés gerencial, a segunda (Apêndice B), b) com 13 questões, tinha foco nas dificuldades e oportunidades, comunicação durante a implementação, o processo motivacional, resolução de conflitos e melhorias relacionadas à implementação da manufatura enxuta, porém, com o viés operacional.

Foi realizado um pré-teste do questionário com 12 alunos de mestrado de um Centro Universitário localizado na cidade de Salvador, visando verificar se as questões eram de fácil entendimento, se mediam o que se propunha medir, e o tempo médio de resposta. Adaptações e melhorias foram feitas.

3.3 APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Após o desenvolvimento e pré-teste do questionário, foram realizadas entrevistas semiestruturadas. Todas as entrevistas foram gravadas na íntegra por meio de um gravador, no intuito de fluir a conversação de forma mais natural possível. A população alvo totalizou 20 funcionários da empresa, sendo 10 operadores de produção, 3 gestores e 7 engenheiros. Os entrevistados foram escolhidos da seguinte forma: os operadores, de forma aleatória, não levando em consideração nenhum aspecto como idade, gênero, tempo de empresa nem nível hierárquico. A única condição foi ter participado de todo o processo da implementação. Já os gestores e engenheiros foram escolhidos por terem participado e conduzido o processo.

4 ETAPAS DA PESQUISA

A primeira fase do estudo foi a revisão da literatura, com o objetivo de construir um embasamento teórico visando a sustentação das relações a serem testadas. Foi realizada ao longo da pesquisa.

Na fase descritiva foram definidas a população e a amostra da pesquisa e na sequência foi realizada a coleta de dados. Os dados foram tabulados, analisados e interpretados para tornar possível a apresentação dos resultados do estudo.

Na fase final foram identificadas as contribuições visando complementar a atual aplicação da ME, além de realizar um comparativo com indicadores de desempenho da indústria referida visando obter indícios de uma relação entre a adoção de melhores práticas na implementação de manufatura enxuta e o desempenho operacional.

Tabela 1 – Etapas da Pesquisa

Nº ETAPA	ETAPAS DA PESQUISA	
1	REVISÃO DA LITERATURA	CONSTRUÇÃO DE EMBASSAMENTO TEÓRICO
2	FASE DESCRITIVA	COLETA DE DADOS, INTERPRETAÇÕES E RESULTADOS DO ESTUDO
3	FASE FINAL	CONTRIBUIÇÕES NA APLICAÇÃO

Fonte: Autor

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RESULTADOS ESPERADOS OU BENEFÍCIOS DA MANUFATURA ENXUTA

Rentes e Silva (2004) apontaram que a empresa Jumil (do setor agroindustrial) produziu 25% a mais de máquinas no pico de produção em 2003 em relação ao mesmo período do ano anterior com a mesma força de trabalho e praticamente sem investimentos em recursos de produção além do aumento do giro do estoque. Isso ocorreu devido à utilização das técnicas de ME.

Segundo Laura e Anabela (2011), embora haja uma divulgação ampla dos benefícios da manufatura enxuta, são muitas as empresas que ainda não a implementam. Podem-se apontar algumas razões para esta não implementação: as empresas não conhecem este modelo organizacional; não sabem como o implementar; não entendem os princípios *Lean*; não tem apoio da gestão de topo; desconhecem os benefícios trazidos por este modelo ou não sabem como os quantificar ou consideram haver custos de investimento. Estas foram apontadas como obstáculos à implementação de *Lean* por empresas num inquérito realizado em SILVA (2010).

Segundo Maskell e Baggaley (2003), mesmo sem a definição precisa sobre o que são empresas enxutas, ao menos três características são essenciais: os métodos, a cultura e os relacionamentos enxutos. Estes autores consideram que quando as empresas adotam métodos enxutos, elas obtêm melhorias operacionais no chão de fábrica, que se disseminam por toda organização e acabam criando uma nova cultura organizacional que fortalece o pensamento enxuto. As práticas enxutas devem ser um conjunto de ações planejadas, implementadas e avaliadas para alcançar as estratégias (NOGUEIRA, 2007).

5.2 ANÁLISE CRÍTICA DA IMPLEMENTAÇÃO

Após a coleta de dados realizada por meio de entrevistas, num total de 20 entrevistas sendo 3 gestores, 7 engenheiros e 10 operadores de produção, foram formulados os dados mais pertinentes sobre a implementação da ME na indústria que foi estudada. Focou-se numa linha de produção de absorventes em Camaçari, com produção atual 37.000 caixas e venda de 50.000 caixas na região nordeste,

com uma margem de contribuição atual de 8%, podendo chegar ao máximo de 45% pela curva de desenvolvimento e amadurecimento da planta. A equipe da implementação foi disposta da seguinte forma:

1 gestor da planta, 1 gestor de *Lean manufacturing*, 10 engenheiros (2 de processo, 4 de melhoria contínua, 3 de manutenção e 1 engenheiro de produção, 1 analista de Rh, 2 estagiários, 1 operador nível III e 1 analista de materiais

Nesse contexto, 20% dos entrevistados admitiram não saber ou desconhecer sobre o processo de implementação da manufatura enxuta na planta em sua totalidade. Não sabiam quais eram as etapas, ou datas de começo e término, ou quais eram as atividades da implementação. Sobre a liderança, seis em cada dez operadores de produção indicaram que deveriam ter tido mais apoio, principalmente na aplicação e suporte das ferramentas do *Lean manufacturing*. A postura do líder também foi pontuada no sentido do imediatismo em relação aos resultados. 40% de todos os entrevistados apontaram falta de planejamento e sustentabilidade do negócio e afirmaram que o resultado é mais importante em todos os aspectos, não importando se há ou não planejamento. Apesar de não existir um treinamento específico para a gestão sobre *Lean manufacturing*, os gestores demonstraram ter total conhecimento sobre a utilização das ferramentas a serem aplicadas durante a implementação da ME.

Sobre a utilização da metodologia *lean manufacturing* e ferramentas utilizadas, o conhecimento é raso e existem muitas lacunas. Por exemplo: 100% dos entrevistados não souberam identificar/descrever o mapeamento do fluxo de valor (VSM) que foi utilizado durante a implementação, isso demonstra uma falha primordial na implementação da ME. Segundo Rother Shook (1999), fluxo de valor é toda ação (agregando valor ou não) necessária para trazer um produto por todos os fluxos essenciais a cada produto manufaturados, desde que possua etapas de fabricação.

Já o 5'S é um ponto positivo, pois 100% dos entrevistados tem o total conhecimento sobre o tema, sabem aplicar e tiveram experiências positivas relacionando o 5'S com redução de desperdícios.

Em relação à parte comportamental, 30% dos operadores que foram entrevistados admitiram que se sentiram pressionados para que a implementação desse o resultado esperado, e afirmaram que não era aceitável outro resultado.

Em relação a segurança, esta foi um ponto positivo, pois 100% dos entrevistados apontam a questão de segurança como seu principal valor dentro da

empresa. Isso demonstra o compromisso da alta direção com o bem estar dos seus funcionários no trabalho.

5.3 COMPARATIVO ENTRE BENCHMARKING DE IMPLEMENTAÇÃO DA ME E A EMPRESA ESTUDADA

As evidências aqui encontradas visam contribuir para a literatura que estabelece vantagens em desempenho operacional para empresas que adotam o *Lean Manufacturing*.

A tabela abaixo mostra o detalhamento das fases dos guias de implementação e compara os guias com a empresa estudada. Nessa tabela foram unificadas as principais e mais relevantes abordagens dos conceitos de manufatura enxuta retirado da literatura.

De tal forma, foram utilizados os principais conceitos dos guias: (LEI do *Lean Enterprise Institute*), (*PROD* – do *Productivity Inc.*), (*MIT - Massachusetts Institute of Technology*) e da (Empresa A – da empresa estudada).

Tabela 2 – Tabela comparativa de guias de implementação

FASE	Descrição do Passo	LEI	PROD.	MIT	Empresa A
MAPEAR A CADEIA DE VALOR	Elaborar Entendimento dos principais conceitos da Manufatura Enxuta	X	X	X	X
	Visualizar Fluxo e localizar perdas	X	X	X	
	Eliminar as perdas	X	X	x	
	Ampliar a cadeia de valor para todo processo empresarial	X	X	x	
	Adequar métodos de gerenciamento a nova realidade	X	x	x	
ALTERAÇÃO DO SKILL DOS AGENTES DE MUDANÇA	Introdução dos princípios e técnicas da produção enxuta ao longo de toda a empresa	X	X	X	X
	Elaboração de estudos e aplicações que mostrem o caminho as pessoas	X	X	X	X
	Obtenção de acordos, comprometimento, cooperação e apoio	X			X
	Reação produtiva as resistências	X			X
	Focalizar as atividades Kaizen nos pontos de maior ganho e impacto	X	X	X	X
GERENCIAMENTO DE POLÍTICAS	Definir necessidades e prioridade atuais da empresa	X	X	X	X
	Desdobrar diretrizes estratégicas (Hoshim Kamri)	X	X		
	Elaborar Master Plan	X	X	X	
	Compartilhar entendimento e comprometimento	X			X
	Estabelecimento da Mentalidade Enxuta	X		X	X
	Sustentação da Transformação Enxuta	X	X	X	X

FASE	Descrição do Passo	LEI	PROD.	MIT	Empresa A
ATINGIR ESTABILIDADE BÁSICA	Identificação das perdas que provocam problemas de estabilidade da linha de produção	X			X
	Implementação do TPM	X	X	X	X
	Determinação do nível de capacidade anual	X			
	Aumento da estabilidade do fluxo de valor	X			
CRIAÇÃO DA PRODUÇÃO PUXADA	Criação do fluxo contínuo no processo de cronometragem dos elementos do trabalho	X	X		X
	Criação de um fluxo contínuo de materiais	X	X		
	Criar fluxo contínuo no restante do processo	X			
	Criação do fluxo unitário ou pequenos lotes	X	X	X	
	Implementação da lógica da produção puxada	X		X	X
	Sustentação das Mudanças	X			
PLANEJAMENTO	Realizar avaliação inicial		X		
	Definir objetivos e metas, medições e marcos de avaliação	X	X	X	X
	Estabelecer a Organização Enxuta		X		
	Pesquisa sobre as condições atuais	X	X	X	X
	Estabelecer a política de desdobramento	X	X	X	
	Divulgação da Política de Produção Enxuta	X	X		X
APLICAÇÃO PILOTO	Preparação e focalização		X		
	Aplicar 5S	X	X	X	X
	Elaborar folha de trabalho padrão e inventário	X	X	X	X
	Estabelecer fluxo unitário/ implementar métodos específicos	X	X	X	
	Aplicar troca rápida de ferramentas (TRF)	X	X	X	X
	Aplicar manutenção autônoma	X	X	X	
	Aplicar controles visuais da produção	X	X	X	X
	Aplicar sistemas poka Yoke	X	X	X	
	Análise dos resultados		X		
Reaplicação do 5s		X			
DESDOBRAMENTO PARA TODA A PLANTA EXTENSÃO PARA OUTRAS ÁREAS E PADRONIZAÇÃO DAS ATIVIDADES	Elaborar plano de implementação das melhorias testadas na área piloto		X		X
	Repetir aplicação em outras áreas	X	X		
	Aplicar fluxo unitário avançado	X	X	X	
	Implementar automação (JIDOKA)	X	X	X	
	Implementar o fluxo de produção em sobre – saltos		X		
	Analisar os resultados		X		
	Aplicar Kanban	X	X	X	X
	Analisar os resultados		X		
Estabelecer a interface com o MRPII		X			

FASE	Descrição do Passo	LEI	PROD.	MIT	Empresa A
INTEGRAÇÃO	Desdobrar o entendimento enxuto na cadeia de valor	X	X	X	
	Educar e envolver todos os empregados	X	X		X
	Análise dos resultados		X		
	Aplicação da Engenharia Simultânea		X		
	Análise dos resultados		X		
	Iniciar programa de desenvolvimento de fornecedores	X	X	x	
	Análise dos resultados		X		
	Aplicar QFD	X	X		
	Análise dos resultados		X		
	Estudar os resultados e revisar as estratégias		X		
EXCELÊNCIA	Quebrar Paradigmas		X	X	X
	Investir em R&D para buscar novos métodos e tecnologias	X	X		
	Publicar Resultados	X	X	X	X
	Celebrar o Sucesso		X		X

FONTE: Adaptada *Productivity Inc.* (2007); *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), Segundo *CRABILL* (2000); *Lean Enterprise Institute* (LEI) (2005)

Após evidenciar o comparativo, conclui-se que a aderência da empresa estudada em relação aos guias de implementação apresentados é apenas parcial, mas satisfatória.

Pode-se demonstrar que a condição para realizar uma implementação de ME depende das peculiaridades da empresa que estiver adotando essa metodologia, e apesar das terminologias das fases ou etapas serem diferentes em todos os guias, existe muita semelhança na aplicação, pois as ferramentas praticamente não mudam.

Conforme detalhamento das fases de implementação propostas pelos guias e o modelo que a empresa segue para implementar a manufatura enxuta, algumas comparações devem ser apresentadas:

1. Em todos os guias apresentados, o mapeamento do fluxo de valor é realizado de forma clara, se tornando uma premissa para a implementação. Contudo, a empresa estudada não demonstra clareza nessa fase, o que pode se tornar uma limitação na implementação.
2. A empresa estudada não aplica nenhum tipo de desdobramento do entendimento enxuto na cadeia de valor, significando que nem todas as áreas serão envolvidas na implementação.

3. Não existe um programa para desenvolvimento de fornecedores, resultando em dificuldades nas reposições ou aquisições de peças e no desenvolvimento de melhorias em conjunto com a empresa.
4. Os guias sugerem a aplicação de manutenção autônoma. Esse é um dos pilares fundamentais para o sucesso da implementação. Porém a empresa estudada ainda se encontra no nível básico quanto a esse tema.
5. Como pontos positivos, há semelhanças entre os guias e a empresa estudada nos seguintes tópicos: aplicação de 5'S, TPM, foco nas atividades *Kaizen*, aplicação de controles visuais, pesquisas sobre condições atuais, *Kanban*, trabalho padrão, foco em ensinar os caminhos as pessoas, conceitos da manufatura enxuta e sustentabilidade do entendimento enxuto.

5.4 RESULTADOS OPERACIONAIS:

Nessa secção será apresentado o resultado de desempenho operacional antes e após a implementação da manufatura enxuta, dividido em 4 (quatro) grandes blocos de indicadores.

- a) Financeiro – Custo: leva em consideração o valor do custo do produto após a fabricação
- b) Produtividade – indicador OEE: é um índice da empresa, que leva em conta o Tempo disponível, multiplicado pelo Índice de Performance do equipamento e multiplicado pelo Índice de Produtos Aprovados. Índice calculado conforme Rama e Abraham (1997) e Silva (2002),
- c) *Waste* – O indicador de *Waste* leva em consideração a quantidade de produtos que deviam ser produzidos em um determinado período, dividida pelo que realmente foi produzido e aprovado.
- d) Segurança: O indicador de Segurança mede a quantidade de acidentes ou incidentes na planta.

Resultados financeiros

Tabela 7 – Resultado financeiro antes e após a implementação

7 Meses antes da Implementação		7 Meses após a Implementação
Jan/14		Dez/14
80,2		65,3
Fev/14		Jan/15
59,1		50,2
Mar/14		Fev/15
51,8		48,1
Abri/14		Mar/15
61,2		49,3
Mai/14		Abri/15
47,7		46,4
Jun/14		Mai/15
50,4		35,1
Jul/14		Jun/15
50,1		39,6
Financeiro		

Unidade: Reais; Fonte: Autor

Análise dos resultados financeiros:

A média do custo do produto 7 meses antes da implementação era de R\$ 57,2 por 1000 unidades produzidas, após 7 meses da implementação a média passou para R\$ 47,7 por 1000 unidades produzidas ou seja, após a implementação houve um ganho de 19,9%. O custo do produto produzido reduziu demonstrando a eficácia da implementação.

Resultados estatísticos:

- Resultado do teste não paramétrico: $U = 10$ (P value = 0.03673)

O resultado é significativo para $p < .05$

Resultados de Produtividade

Tabela 8 – Resultado de Produtividade antes e depois da implementação

7 Meses antes da Implementação		7 Meses após a Implementação
Jan/14		Dez/14
31,8%		45,6%
Fev/14		Jan/15
43,6%		51,8%
Mar/14		Fev/15
44,4%		47,6%
Abri/14		Mar/15
41,0%		48,6%
Mai/14		Abri/15
53,4%		69,7%
Jun/14		Mai/15
48,9%		62,8%
Jul/14		Jun/15
48,0%		71,5%
Produtividade		

Unidade: Percentual; Fonte: Autor

Análise dos Resultados de produtividade:

A média dos resultados de produtividade 7 meses antes da implementação foi de 44,4% de eficiência da produtividade, após 7 meses de implementação a média de eficiência da produtividade evoluiu para 56,8%, houve um ganho de eficiência da produtividade após a implementação de 27,9%, demonstrando a eficácia da implementação.

Resultados estatísticos:

- Resultado do teste não paramétrico: $U = 9$ (P value = 0.02743)

O resultado é significativo para $p < .05$

Resultados de Waste

Tabela 9 – Resultado de Waste antes e depois da implementação

7 Meses antes da Implementação		7 Meses após a Implementação
Jan/14		Dez/14
17,8%		11,3%
Fev/14		Jan/15
16,8%		10,7%
Mar/14		Fev/15
14,9%		10,4%
Abri/14		Mar/15
15,5%		10,7%
Mai/14		Abri/15
11,5%		7,9%
Jun/14		Mai/15
11,7%		5,9%
Jul/14		Jun/15
11,6%		4,9%
Waste		

Unidade: Percentual Fonte: Autor

Análise dos resultados de waste

A média dos resultados de refugo (Waste) 7 meses antes da implementação foi de 14,25%, após 7 meses de implementação a média dos resultados de waste foi 8,82%, houve um ganho significativo ou seja, diminuimos a quantidade de produtos refugados após a implementação de 61,2%, demonstrando a eficácia da implementação.

Resultados estatísticos:

- Resultado do teste não paramétrico: $U = 0$ (P value = 0.00107)

O resultado é significativo para $p < .05$

Resultados de nível de Segurança (acidentes ou incidentes na planta)

Figura 10 – Resultado dos acidentes e incidentes antes e depois da implementação

7 Meses antes da Implementação		7 Meses após a Implementação	
Jan/14	0	Dez/14	0
Fev/14	0	Jan/15	0
Mar/14	0	Fev/15	0
Abri/14	0	Mar/15	0
Mai/14	0	Abri/15	0
Jun/14	0	Mai/15	0
Jul/14	0	Jun/15	0

Segurança

Unidade: quantidade de eventos; Fonte: Autor

O nível de segurança (acidentes e incidentes na planta) mostrou-se totalmente estável após 7 meses de implementação, sem nenhuma ocorrência, mas esse resultado já era esperado pela empresa.

6 CONCLUSÕES

Esse estudo analisou e demonstrou as mudanças que houve no desempenho operacional após a implementação de um sistema de manufatura enxuta. Os indicadores de produtividade, *Waste* e custos tiveram ganhos significativos entre os dois períodos analisados, confirmando que houve indícios do impacto positivo da ME na planta.

Este estudo corrobora e confirma os estudos listados na revisão literatura que estabelecem uma relação direta entre a implementação da manufatura enxuta e o desempenho operacional. A empresa estudada segue algumas das boas práticas encontradas/sugeridas na literatura sobre manufatura enxuta. As oportunidades identificadas servem como sugestão de futuras melhorias para serem implantadas na empresa

6.1 CONTRIBUIÇÕES

Os resultados desta pesquisa podem ser úteis para os acadêmicos que objetivam estudar os impactos da ME no desempenho operacional, e para os gerentes que buscam conhecer práticas de implementação dos conceitos *Lean* nas empresas industriais.

6.2 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Esse estudo foi limitado pelo curto espaço de tempo disponível para a coleta de dados referente à implementação da Manufatura Enxuta, visando comparar o desempenho operacional antes e depois do processo. Além disso trata-se apenas de um estudo de caso, com pouca validade externa.

6.3 ATIVIDADES FUTURAS DE PESQUISA

Como sugestão para futuros estudos propõe-se pesquisar e elaborar um roteiro detalhado de etapas, unificando as teorias na implementação da ME, visando reduzir a duração de implementação e as divergências com os sistemas de

fabricação. Outra possibilidade é realizar um estudo similar mas com grande amostra, com questionário online, aumentando assim a validade externa.

REFERÊNCIAS

- ABDULMALEK, F. A.; RAJGOPAL, J. Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: a process sector case study. **International Journal of Production Economics**, v. 107, n. 1, p. 223-236, 2007.
- AHUJA, I. P. S.; KUMAR, P. A case study of total productive maintenance implementation at precision tube mills, **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, 15 (3), 241-258, 2009.
- ALAVI, S. Leaning the right way. **Manufacturing Engineer**, 82(3), 32-35, 2003.
- ANAND, G.; KODALI, R. Development of a framework for lean manufacturing systems. **International Journal Services and Operations Management**, 5(5), 687–716, 2009.
- ANCHANGA, P. Critical success factor for lean implementation within SMEs. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 17, 11-17, 2006.
- ANTUNES, J. A. V. J. et al. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração**. Rio de Janeiro, 2002. 24 p.
- _____. **A máquina que mudou o mundo**. Rawson Associates: Nova Iorque, 1990.
- _____. **NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação**. Rio de Janeiro, 2002. 7 p.
- _____. **NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação**. Rio de Janeiro, 2011. 11 p.
- _____. **NBR 6024: informação e documentação: numeração progressiva das seções de um documento escrito: apresentação**. Rio de Janeiro, 2003. 3 p.
- _____. **NBR 6027: informação e documentação: sumário: apresentação**. Rio de Janeiro, 2003. 2 p.
- _____. **NBR 6028: informação e documentação: resumo: apresentação**. Rio de Janeiro, 2003. 2 p.
- BAKER, B. "Why is Lean So Far Off?" **Works Management** 55: 26–30, 2002.
- BAMBER, L.; DALE, B. G. Lean production: A study of application in a traditional manufacturing environment. **Production planning & control**, 11(3), 291-298, 2000.
- BARAD, M.; SIPPERS, D., Flexibility in manufacturing systems: definitions and Petri modeling, **International Journal of Production Research**, v 26 n 2 p 237-248, 1988.

BATTAGLIA, F.; PICCHI, F.; FERRO, J.R. Desenvolvimento Lean de Produtos. Resumo baseado nos trabalhos de Allen Ward. **Lean Institute Brasil**, 2006.

BERGER, A. Continuous improvement and kaizen: Standardization and organizational designs. **Integrated Manufacturing Systems**. V. 8, n. 2, p. 110-117.

BOLLBACH, M.F. **Country** - specific barriers to implementing Lean production systems in China. dspace.lboro.ac.uk/2134/10094, 2012.

BOWEN, D.E.; YOUNGDAHL, W.E. Lean Service: in defense of a production-line approach. **International Journal of Service Industry Management**, v.9, n.3, 1998.

BOYER, M.; SOVILLA, L. (2003). How to identify and remove the barriers for a successful lean implementation. **Journal of Ship Production**, 19(2), 116-120, 2003.

BOZDOGAN, K.; MILAUSKAS, R.; MIZE, J.; NIGHTINGALE, D.; TANEJA, A.; TONASZUCK, D. **Transitioning to a lean enterprise**: a guide for leaders. Massachusetts Institute of Technology, 2000.

CHURCHILL, G. A. e PETER, J. Paul. **Marketing: criando valor para os clientes**. São Paulo: Saraiva, 2000.

ČIARNIENĖ, R., VIENAŽINDIENĖ, M.. Lean manufacturing: theory and practice. **Economics and management**, 17, 732-738. doi:10.5755/j01.em.17.2.2205, 2012

CORRÊA, H., GIANESI, I. **Just in time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1996.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA Carlos. **A. Administração de produção e de operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. São Paulo: Atlas, 2009.

CRABILL, J., HARMON, E., MEADOWS, D., MILAUSKAS, R., MILLER, C., NIGHTINGALE, D. and SCHWARTZ, B. **Production operations level transition to lean roadmap**: Production operations transition to lean team. Cambridge: MIT, 2000.

CUSUMANO, Michael A.; YOFFIE, David B.. **Competing on Internet Time**: Lessons From Netscape and Its Battle with Microsoft. New York: Free Press, 1998.

DUQUE, D.F.M. & CADAVID, L.R. Lean Manufacturing Measurement: the Relationship between Lean Activities and Lean Metrics. **Estudios gerenciales**, 23, 69-83, 2007.

EMILIANI, M. L. (2006). Origins of lean management in America: The role of Connecticut businesses. **Journal of Management History**, 12(2), 167–184. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/13552520610654069>>. Acesso em 8 de setembro de 2017.

_____. Redefining the focus of investment analysts. **The TOM Magazine**, 13(1), 34-50, 2001.

FAWAZ A. ABDULMALEK, JAYANT RAJGOPAL, Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study, **Int. J. Production Economics**, 107 223–236, 2007.

FERREIRA, J. C. E. **Apostila de Sistemas integrados de manufatura**. Florianópolis: UFSC, 1998.

FLYNN, B. B., SAKAKIBARA, S., SCHROEDER, R. G.. Relationship between JIT and TQM: Practices and performance. **Academy of Management Journal**, 38 (5), 1325-1360, 1995.

GHINATO, P. **Lições Práticas para a Implementação da Produção Enxuta**. EDUCS - Editora da Universidade de Caxias do Sul: Caxias do Sul, 2002.

GODOY, L.P.; BELINAZO, D.P. & PEDRAZZI, F.K. **Gestão da qualidade total e as contribuições do programa 5S's**. ENEGEP, 2001.

GOLHAR, D.; STAMM, C.; SMITH, W. JIT implementation in small manufacturing firms. **Production and Inventory Management Journal**, p. 44-48, 1990.

GUERRIERO F, MILTENBURG J, The stochastic U-line balancing problem, **Naval Research Logistics**, 50 (1) 31–57, 2003.

HANCOCK, Walton M. & ZAYKO, Matthew J. Lean production implementation problems, **II E Solutions**, Vol. 30, No.6., 1998.

HOLTSKOG, Halvor. Continuous Improvement Beyond the Lean Understanding. Forty Sixth CIRP. **Conference on Manufacturing Systems**, 2013.

HOOP, W. J.; SPEARMAN, M. L. To Pull or Not to Pull: What is the Question? **Manufacturing & Service Operations Management**, v .6, n .2, 2004.

JOHNSON, D. J.; WEMMERLÖV, U. Why does cell implementation stop? Factors influencing cell penetration in manufacturing plants. **Production and Operations Management**, Baltimore, v. 13, n. 3, p. 272–289, outono 2004.

KARLSON, Christer; ÅHLSTRÖN, Pär. "A lean and global smaller firm?", **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 17 Iss: 10, pp.940 – 952, 1997.

_____. Assessing changes towards lean production . **International Journal of Operations & Production Management**, Vol. 16 No. 2, p. 24-41, 1996.

KOH, H. C.; SIM, K. L.; KILLOUGH, L. N. The interaction effects of lean production manufacturing practices, compensation, and information systems on production costs: a recursive partitioning model. **Advances in Management Accounting**, v. 12, 2004.

KRAFCIK, JF. "Triumph Of The Lean Production System" **Sloan agement Review** 30.1 : 41 – 52, 1998.

LAZZAROTTO, E. **O desempenho da manufatura enxuta**: o caso da empresa Ognibene, nas unidades de Caxias do Sul – Brasil e Reggio Emilia – Itália. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de PósGraduação em Administração, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2010.

LEI (**Lean Enterprise Institute**). 2005. “Lean Roadmap.” Disponível em: <<http://www.lean.org.br/Events/LeanRoadMap.cfm>>. Acesso em 12 de setembro de 2017.

LEWIS, M. Lean production and sustainable competitive advantage. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 8, p. 155- 170, 2000.

LIAN, Y.; VAN LANDEGHEM, H. Analyzing the effects of Lean manufacturing using a value stream mappingbased simulation generator. **International Journal of Production Research**, 45(13), 3037-3058. <http://dx.doi.org/10.1080/00207540600791590>, 2007.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota**: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2005.

LIKER, J. K.; CONVIS, G. L. **O Modelo Toyota de liderança lean** - como conquistar e manter a excelência pelo desenvolvimento de lideranças. 413-427. Porto Alegre: Bookman, 2004.

LIKER, J.; D. MEIER. **O Modelo Toyota**: Campo de Aplicação [The Toyota Way: Application Field]. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LOSONCI, D.; DEMETER, K.; JENEI, I. The final version of this paper was published in **International Journal of Production Economics**, 133(1), 154–163, 2011.

MARTINEZ, A.; PEREZ, M. Lean Indicators and Manufacturing Strategies. **International Journal of Operations & Production Management**, 21, 1433-145, 2001.

MARTINS, Petrônio G. e LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 1998.

MARTINS, R. **Sistemas de medição de desempenho**: um modelo para estruturação do uso. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

MASKELL, B. H.; BAGGALEY, B. **Practical Lean Accounting: a proven system for measuring and managing the lean enterprise**. New York: Productivity Press, 2003.

MCKONE, K.E., SCHROEDER, R.G., CUA, K.O. The impact of Total Productive Maintenance practices on manufacturing performance. **Journal of Operations Management** 19 (1), 39–58, 2001.

MELTON, T. (2005). **The Benefits of Lean Manufacturing**. Chemical Engineering Research and Design, 83(6), 662–673. Disponível em: <<http://doi.org/10.1205/cher.04341>>. Acesso em 8 de setembro de 2017.

MILITA VIENAZINDIENE, Ramune Ciarniene Lean manufacturing implementation and progress measurement. **Economics and Management** 2013.18 (2) ISSN 2029-9338.

MILTENBURG, JOHN. U-shaped production lines: A review of theory and practice **Int. J. Production Economics**, 70 201–204, 2001.

MONDEN, Y. **Toyota Production System**. Industrial Engineering and Management Press: Norcross, GA ,1983.

NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26. 2006, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: [s.n.], 2006.

NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM - Total Productive Maintenance**. Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.

NIGHTINGALE, AND B. SCHWARTZ. 2010. **Production Operations Level Transition to Lean Roadmap**: Production Operations Transition to Lean Team. Cambridge: MIT, 2000. Disponível em: <<http://www.lean.mit.edu/index.php>>. Acesso em 8 de setembro de 2017.

NOGUEIRA, Maria da Graça Saraiva. **Proposta de método para avaliação de desempenho de práticas da produção enxuta-ADPPE**. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

NONAKA, Ikujiro; TAKEUCHI, Hirotaka. **Criação de conhecimento na empresa**: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997. (edição norte-americana de 1988 e primeira edição japonesa de 1978).

_____. **Sistema Toyota de Produção**. Productivity Press: Portland, OR, 2008b.

OISHI, Mishitoshi. **TIPS: técnicas integradas na produção e serviços**. São Paulo: Pioneira, 1995.

PARKS, C. M. Instill lean thinking. **Industrial Management**, 44(5), 14-18, 2002.

PASA, G. S. **Uma abordagem para avaliar a consistência teórica de sistemas produtivos**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

PASCALE, R.T.; ATHOS, A.G. **The art japanese management**: applications for American executives. New York: Simon and Shuster, 1982.

PETTERSEN, J. Defining Lean Production: Some Conceptual and Practical Issues. **The TQM Journal**, 21, 127-142, 2009.

PRODUCTIVITY INC. **Lean Production Implementation Roadmap: A Guide for the Lean Journey**. Disponível em: <<http://www.advancedmanufacturing.com/January00/pdf/leanroadmap>>. Acesso em 12 de setembro de 2017.

PUVANASVARAN, P.; MEGAR, H.; HONG, T.; RAZALI, M. The roles of communication process for an effective lean manufacturing implementation. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v.2, n.1, p.128-152. 2009.

QUEIROGA, R.M.; VAREJÃO, F.M. **AI and GIS together on Energy Fraud Detection**, In: Proceedings of the North American Transmission & Distribution Conference & Expo, Toronto, 2005.

RADNOR, Z. ; WALLEY, P. Learning to Walk Before We Try to Run: Adapting Lean for the Public Sector. **Public Money & Management**, 28, 13-20. doi:10.1111/j.1467-9302.2008.00613.x, 2008.

RAHANI, A.; AL-ASHRAF, M. Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study. **Original Research Article Procedia Engineering**, Vol. 41, pp. 1727-1734, 2012.

RENTES, A. F.; SILVA, A. L.; NAZARENO, R. R. “Implantando Técnicas e Conceitos da Produção Enxuta Integrada à Dimensão de Análise de Custos”. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Florianópolis, Santa Catarina, BRA, 2004, outubro.

RIBEIRO, P. D. **Kanban** – resultados de uma implantação bem sucedida. 3. ed. Rio de Janeiro: COP, 1999.

ROCHA, D. R. **Balanceamento de Linha** – Um enfoque Simplificado. 2005. Disponível em: <[www. fa7.edu.br/artigos/volume2/artigos/read3.doc](http://www.fa7.edu.br/artigos/volume2/artigos/read3.doc)> Acesso em: 20/06/17.

ROTHER, M. & SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar**: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício. São Paulo : Lean Institute Brasil, 2003.

SANTOS, Javier. **Otimizando a produção com a metodologia LEAN**. São Paulo: Leopardo, 2009.

SHAH; R; WARD; PT. **Journal of Operations Management**, 785-805, 25 (2007). Faltou 2003 2

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de Vista da Engenharia de Produção**. Artes Médicas: Porto Alegre, 1996.

SHUNK, D. S.; CARTER, J. R.; HOVIS, J.; TALWAR, A. Electronics industry drivers of intermediation and disintermediation. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 37, n. 3, p. 248-261, 2007.

SILVA, C.E.S.; SILVA, D.C.; NETO, M.F. & SOUSA, L.G.M. **5S – Um programa passageiro ou permanente?** XXI ENEGEP, 2001.

SILVA, E. **Um modelo de guia para a preparação da implementação da produção enxuta baseado na aprendizagem organizacional** [A Roadmap Model for Lean Manufacturing Implementation Based on Organizational Learning]. 309 f. Tese. Doutorado em Engenharia de Produção, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SIMCSIK, T. (1993) **O.M.I.S.** – Organização e Métodos. São Paulo: Makron Books, 1993.

SIQUEIRA, Iony Patriota. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implantação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. **Gerenciamento de Operações e de Processos**. Bookman, 2002.

SOHAL, A; EGGLESTON, A. Lean production: experience amongst Australian organizations. **International Journal of Operations & Production Management**, 14, 1994.

SORIANO-MEIER, H.; FORRESTER, P. L. A model for evaluating the degree of leanness of manufacturing firms. **Integrated Manufacturing Systems**, v. 13, n. 2, p. 104-109, 2002.

SPEAR, S.; BOWEN, H. K. Decoding the DNA of the Toyota Production System. **Harvard Business Review**, p. 97-106, 1999.

STOCK, G. N.; GREIS, N. P.; KASARDA, J. D. Enterprise logistics and supply chain structure. **Journal of Operations Management**, 18 (5), 531-547, 2000.

STORCH, R. L. & LIM, S. Improving flow to achieve lean manufacturing in shipbuilding. **Production Planning & Control**, v.10, n.2, p.127-137, 1999.

SUGIMORI, Y; KUSUNOKI, K.; CHO F.; UCHIKAWA, S. Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respectfor-human system, **International Journal of Production Research**, 15:6, 553-564, DOI: 10.1080/00207547708943149, 1977.

SUNDAR, R.; BALAJI, A. N.; KUMAR, R. M. A review on lean manufacturing implementation techniques. **Procedia Engineering**, 97, 1875–1885, 2014.

TAKAHASHI, Yoshikazu; OSADA, Takashi. **Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: Instituto Iman, 1993.

TALEGHANI, M.; MOUSAVIAN, S.J.; CHOOBEH, E. R. The role of total quality management in performance improvement of new enterprises case study: Insurance Industries of Northern Iran. **Interdisciplinary journal of contemporary research in business**, 3 (6): 35-46, 2011.

TAYLOR, A.; TAYLOR, M.; MCSWEENEY, A. Towards Greater Understanding of Success and Survival of Lean Systems. **International Journal of Production Research** 51 (22): 6607–6630, 2013.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de planejamento e controle da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

VILLANUEVA, Javier. El origen de la industrialización Argentina. **Desarrollo económico**.12 (October – December): 451-76,1972.

VOSS, C. A. Paradigms of manufacturing strategy re-visited. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 25, n. 12, p. 1223-1227, 2005.

WEMMERLOV, U. A time-phase orderpoint system in environments with and without demand uncertainty. **International Journal of Production Research**, v. 24, n. 2, p. 343-358, 1986.

WHEELWRIGHT, S.C., (1978), Reflecting Corporate Strategy in Manufacturing Decisions, **Business Horizons**, February, pp. 57-66,1978.

WHITE, R. E.; PEARSON, J. N.; WILSON, J. R. JIT manufacturing: a survey of implementations in small and large U.S. manufacturers. **Management Science**, v. 45, n. 1, p.1-15, 1999.

WOMACK, J. P., JONES, D.T.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. New York: Rawson Associates, 1990.

_____. **Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

_____. **More and more with less and less** - less human effort, less equipment, less time, and less space - whilst coming closer and closer to providing customers with exactly what they want, 1996.

_____. **A Mentalidade enxuta nas Empresas**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

_____. **Lean Thinking**: Banish waste and create wealth in your corporation, Revised and updated. Simon & Schuster Inc, 2003.

WORLEY, J. M.; DOOLEN, T. L. The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation. **Management Decision**, v. 44, n. 2, p. 228-245, 2006.

YIN, Robert. **Case Study Research: Design and Methods** (2ª Ed) Thousand Oaks, CA: SAGE Publications. 242 Clara Pereira Coutinho & José Henrique Chaves, 1994.

ZAWISLAK, P. A. **Apresentação à edição brasileira**. In: TIDD, J.; BESSANT, J.; PAVITT, K. **Gestão da inovação**. Porto Alegre: Bookman, 2008.

ANEXO A – MODELO DE GUIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUFATURA ENXUTA

Fase	1 – Mapear a cadeia de Valor		
Princípios Associados	Determinar precisamente o valor por produto específico. Identificar a cadeia de valor por produto.		
Roteiro dos Passos			
Código Passo (LEI/F1/...)	Descrição do passo	Cód. Sub-passo. (LEI/F1/...)	Detalhamento do sub-passo
P01	Entendimento dos principais conceitos da Produção Enxuta.		
P02	Elaborar representação visual do processo produtivo.	P02A	Desenhar o mapa do estado atual.
		P02B	Examinar o fluxo de materiais e de informações (porta aporta).
P03	Visualizar os fluxos e localizar as perdas.	P03A	Identificar as ligações dos fluxos de materiais e de informações.
		P03B	Estabelecer uma linguagem comum.
		P03C	Multiplicar e divulgar os conceitos da Produção Enxuta.
		P03D	Focalizar as atividades kaizen.
P04	Eliminar perdas	P04A	Desenhar o mapa do estado futuro.
		P04B	Promover Evento Kaizen/Estabelecer sistemática para o Melhoramento Contínuo.
		P04C	Aplicar metodologia de gerenciamento com mapas visuais para ilustrar estado futuro.
		P04D	Desenvolver mapa básico de implementação.
P05	Ampliar mapa da Cadeia de Valor para todo o processo empresarial.	P05A	Mapa do estado atual para todo o processo empresarial.
		P05B	Melhorar a comunicação
		P05C	Identificação/Eliminação das perdas nos fluxos de valor dos processos fora da produção.
		P05D	Mapa do estado futuro para todo o processo empresarial.
		P05E	Suportar transformações do fluxo de valor.
		P05F	Melhorar a resposta para clientes e serviços.
P06	Adequar métodos de gerenciamento à nova realidade	P06A	Focar a atenção e recursos no gerenciamento do fluxo de valor.
Fase	2 – Alterar o Skill dos Agentes de Mudança		
Princípios Associados	Determinar precisamente o valor por produto específico. Identificar a cadeia de valor por produto.		
Roteiro dos Passos			
Código Passo (LEI/F2/...)	Descrição do passo	Cód. Sub-passo. (LEI/F2/...)	Detalhamento do sub-passo
P01	Introdução dos princípios e técnicas da Produção Enxuta ao longo de toda a empresa.	P01A	Desenvolvimento dos agentes de mudança.
		P01B	Utilização da lógica do PDCA com base da mudança do gerenciamento.
		P01C	Aprender a enxergar os desperdícios e os fluxos.
		P01D	Transformar iniciativas enxutas em experiências científicas, através do uso PDCA e do Método Científico.
		P01E	Preparação de cursos de formação "in house".
P02	Elaboração de estudos e aplicações que mostrem o caminho às pessoas.	P02A	A liderança deve servir de exemplo e transmitir conhecimento.
P03	Obtenção de acordos, comprometimento, cooperação e apoio.	P03A	Influência dos agentes de mudança sem poder e posição.
		P03B	Domínio do processo Nemawashi.
		P03C	Aplicação do Relatório A3 (Story Board).
		P03D	Estabelecimento de uma linguagem comum.
P04	Reação produtiva às resistências.	P04A	Promover adaptação aos estilos de influência.

Continuação...

P05	Focalizar as atividades kaizen nos pontos de maior ganho e impacto.	P05A	Elaborar Plano básico de implementação (Master Plan).
Fase	3 – Gerenciamento das Políticas		
Princípios Associados	Identificar a cadeia de valor por produto. Fazer o valor fluir sem interrupções.		
Roteiro dos Passos			
Código Passo (LEI/F3/...)	Descrição do passo	Código Sub-passo. (LEI/F3/...)	Descrição do sub-passo
P01	Definir necessidade e prioridades atuais da empresa.	P01A	Elaborar plano de metas estratégicas.
P02	Desdobrar Diretrizes estratégicas (Hoshin Kanri)	P02A	Alocar e focar recursos.
P03	Elaborar Master Plan	P03A	Definir prazos e responsabilidades.
		P03B	Definir indicadores e medições.
		P03C	Introduzir Estratégia A3/Processo Catch ball.
P04	Compartilhar entendimento e comprometimento.	P04A	Estabelecer lógica PDCA.
		P04B	Alinhar funções e atividades.
		P04C	Derrubar barreiras.
P05	Estabelecimento da Mentalidade Enxuta.		
P06	Sustentação da Transformação Enxuta.		Gerenciamento das políticas como parte da cultura da empresa.
Fase	4 – Atingimento da Estabilidade Básica		
Princípios Associados	Identificar a cadeia de valor por produto. Fazer o valor fluir sem interrupções.		
Roteiro dos Passos			
Código Passo (LEI/F4/...)	Descrição do passo	Código Sub-passo. (LEI/F4/...)	Descrição do sub-passo
P01	Introdução dos conceitos básicos de estabilidade dos equipamentos.		
P02	Identificação das perdas que provocam problemas de estabilidade da linha de produção.	P02A	Identificação das causas raízes dos desperdícios.
		P02B	Classifica problemas de estabilidade por categoria.
P03	Implementação da Manutenção Produtiva Total (TPM)	P03A	Introduzir planos de verificação diárias.
		P03B	Introduzir planos de manutenção corretiva.
		P03C	Introduzir planos de manutenção periódica/preventiva.
		P03D	Plano de contramedidas.
P04	Determinação do nível de capacidade anual.	P04A	Identificação/administração dos gargalos.
		P04B	Introduzir conceito Takt Time.
		P04C	Aumento da disponibilidade dos equipamentos.
P05	Aumento da estabilidade do fluxo de valor.	P05A	Redução do refugo/retrabalho.
		P05B	Redução dos tempos de quebras.
		P05C	Obtenção de tempos de ciclos previsíveis e estáveis.
Fase	5 – Criando um fluxo de Operação de Materiais.		
Princípios Associados	Fazer o valor fluir sem interrupções. Deixar que o cliente puxe o valor do produto.		
Roteiro dos Passos			
Código Passo (LEI/F5/...)	Descrição do passo	Código Sub-passo. (LEI/F5/...)	Descrição do sub-passo
P01	Identificação do processo “marca passo”.		
P02	Criação de um fluxo contínuo no processo “marca passo”	P02A	Identificação e cronometragem dos elementos do trabalho.
		P02B	Equilibrar distribuição dos elementos conforme Takt Time

Continuação...

		P02C	Eliminar perdas /5S/Kaizen.
		P02D	Introduzir layout em "U".
		P02E	Multifuncionalidade/Folhas de trabalho padrão.
P03	Criação de um fluxo contínuo de materiais.	P03A	Eliminar estoques intermediários e esperas.
		P03B	Reduzir movimentação de materiais.
		P03C	Introduzir supermercado de partes compradas.
		P03D	Introduzir Kambar/Banco de Dados.
P04	Criar fluxo contínuo no restante do processo.		
P05	Criação do fluxo unitário ou pequenos lotes.	P05A	Troca rápida de Ferramentas TRF.
P06	Implementação das lógica da produção puxada.	P06A	Aplicação dos Andons.
		P06B	Determinação de níveis de estoques, rotas e tempos.
P07	Sustentação das mudanças.	P07A	Audites periódicos com grupo multifuncional.

Fonte : *Lean Enterprise Institute- LEI* (2005)

ANEXO B – Modelo de Guia para implementação da ME (Produtividade)

Fase	1- Planejamento		
Duração	De 1 a 6 meses		
Roteiro dos Passos			
Código Passo (PRO./ F1/ ...)	Descrição do passo	Cód. sub-passo. (PRO. F1/ ...)	Detalhamento do sub-passo
P01	Realizar a avaliação inicial.	P01A	Estabelecer o diagnóstico da Corporação.
P02	Definir objetivos e metas, medições e marcos de avaliação.	P02A	Decisão da implementação da Produção Enxuta.
		P02B	Declaração da política da Produção Enxuta.
P03	Estabelecer a Organização Enxuta.	P03A	Oficialização das equipes de trabalho (times).
P04	Pesquisa sobre as condições atuais.	P04A	Análise dos meios para atingir os objetivos.
		P04B	Avaliação do nível de produção enxuta atual.
P05	Estabelecer a política de desdobramento/ <i>Matriz PO</i> e <i>Master Plan (Catch ball)</i>	P05A	Introduzir Plano de gerenciamento visual.
		P05B	Elaborar Plano de educação e treinamento.
P06	Divulgação da Política da Produção Enxuta.	P06A	Estabelecimento da nova Mentalidade.
		P06B	Lançamento formal.
Fase	2- Aplicação Piloto		
Duração	De 3 a 6 meses		
Roteiro dos Passos			
Código Passo (PRO./ F2/ ...)	Descrição do passo	Cód. sub-passo. PRO./ F2/ ...)	Detalhamento do sub-passo
P01	Preparação e focalização	P01A	“Escanear” ambiente de aplicação.
P02	Aplicar 5S.	P02A	Desenvolver critérios para a avaliação dos times.
P03	Elaborar Folha de Trabalho Padrão e inventário dos <i>buffers</i> .	P03A	Introduzir Folha de Trabalho combinada.
P04	Estabelecer Fluxo Unitário/ Implementar métodos específicos.		
P05	Aplicar troca Rápida de Ferramentas (TRF).	P05A	Introduzir procedimentos da TRF.
P06	Aplicar a Manutenção Autônoma.		
P07	Aplicar controles Visuais da produção.		
P08	Aplicar Sistemas <i>Poka Yoke</i> .		
P09	Análise dos resultados	P09A	Registrar lições aprendidas e realinhar os objetivos.
P10	Reaplicação do 5S.	P10A	Estabelecer Programa orientado pelas condições de segurança.
Fase	3- Desdobramento para toda a planta		
Duração	De 2 a 12 meses		
Roteiro dos Passos			
Código Passo (PRO./ F3/ ...)	Descrição do passo	Cód. sub-passo. (PRO. F3/ ...)	Detalhamento do sub-passo
P01	Elaborar Plano de implementação das melhorias testadas na área piloto.		
P02	Repetir aplicação em outras áreas.		
P03	Aplicar fluxo unitário avançado.	P03A	Introduzir a operação multimáquina.
		P03B	Introduzir o TPM adicional.
		P03C	Introduzir o gerenciamento dos tempos de ciclo.
P04	Implementar a Autonomia (<i>JIDOKA</i>)		
P05	Implementar o fluxo de produção sem sobre-saltos.		
P06	Analisar os resultados.		
P07	Aplicar o <i>Kamban</i> .	P07A	Integrar o sistema de endereçamento e de programação.
P08	Analisar os resultados.		
P09	Estabelecer a interface com o MRPII.		
P10	Analisar os resultados		

Fase	4- Integração		
Duração	Desempenho dos times		
De 2 a 6 meses			
Roteiro dos Passos			
Código Passo (PRO/ F4/ ...)	Descrição do passo	Cód. sub-passo. PRO/ F4/ ...)	Detalhamento do sub-passo
P01	Desdobrar o empreendimento enxuto na cadeia de valor.	P01A	Introduzir CIM e FMS.
P02	Educar e envolver todos os empregados.	P02A	Estabelecer a integração interna.
P03	Análise dos resultados		
P04	Aplicação da Engenharia Simultânea.	P04A	Estabelecer a conexão com a engenharia de processo.
P05	Análise dos resultados.		
P06	Iniciar programa de desenvolvimento de fornecedores.		Estabelecer conexão com a cadeia de valor.
P07	Análise dos resultados		
P08	Aplicar o QFD	P08A	Estabelecer conexão com os clientes.
P9	Análise dos resultados		
P10	Estudar os resultados e revisar as estratégias.		
Fase	5- Excelência		
Duração	Transformação dos times		
"Continuadamente"			
Roteiro dos Passos			
Código Passo (PRO/ F5/ ...)	Descrição do passo	Código Passo (PRO/ F5/ ...)	Descrição do passo
P01	Quebrar os paradigmas.	P01A	Buscar novas idéias para futuras melhorias.
P02	Investir em R&D para buscar novos métodos e tecnologias	P02A	FMS/ CIMS/ Especialistas em operação automatizada.
P03	Publicar os resultados.	P03A	Utilizar jornais de negócios, livros sobre produtividade e boletins especializados.
P04	Celebrar o sucesso.		

Fonte : Adaptado de *Productivity Inc* (2007)

ANEXO C – MODELO DE GUIA PROPOSTO PELO MIT

Fases	<i>Input</i>	<i>Output</i>
Fase 0 – Adoção do paradigma enxuto.	- Decisão de buscar uma transformação na empresa.	Decisão de mudar a filosofia de operação da organização para o Paradigma Enxuto.
Fase 1 – Preparar a implementação	- Comprometimento da alta liderança com a transformação enxuta.	Plano estratégico para a implementação enxuta que direcione: a liderança e o suporte organizacional; as questões humanas e culturais; as metas e objetivos e, finalmente, o treinamento.
Fase 2 – Definir o valor	- Estratégia definida na fase 1, a qual define claramente onde deve ser realizada a implementação da filosofia enxuta, de tal forma a assegurar os máximos benefícios.	A definição do produto, cliente e valor, para nortear a distinção entre as operações que agregam valor daquelas que não agregam.
Fase 3 – Identificar o fluxo de valor	- Definição do valor para o produto, dentro da ótica da filosofia enxuta.	Mapa do fluxo de valor que mostre o processo de produção e todas as informações relativas, formando um sistema que deixe claro a quantidade do valor agregado e dos desperdícios de cada processo.
Fase 4 – Projetar o sistema de produção.	- O fluxo de valor atual.	O projeto do sistema de produção pronto para o início da implantação.
Fase 5 – Implementar o fluxo.	- O projeto de um sistema de produção enxuto e o plano de implementação.	Processos enxutos implementados no sistema de produção que garantam fluxo enxuto, por meio da redução significativa dos desperdícios.
Fase 6 – Implementar o sistema puxado.	- Um sistema de produção com o fluxo de operações implementado com células de produção.	Um sistema de produção que responde as demandas do cliente com quantidade e <i>mix</i> adequados.
Fase 7 – Buscar a perfeição.	- Como as ações da fase 7 podem ser simultâneas às ações das fases 2 até 6, o <i>input</i> mínimo é o comprometimento da liderança e o <i>roadmap</i> de implementação.	Melhoramentos no processo de transição enxuta para qualquer uma das outras fases.

Fonte: CRABILL (2000)

APÊNDICE A - PERGUNTAS AOS LÍDERES

- 1) Descreva como foram as etapas, atividades e duração da implementação do Lean manufacturing? (O máximo de detalhes)
- 2) Quais foram as responsabilidades dos líderes envolvidos na implementação?
- 3) Quais as principais características da linha de Produção envolvida na implementação?
- 4) O que mudou na linha de produção envolvida durante o processo de implementação?
- 5) Quais foram os principais desafios encontrados na implementação Lean Manufacturing? Fale dos desafios técnicos, do lado humano, do lado administrativo. O máximo de detalhes.
- 6) Quantas pessoas estão envolvidas diretamente com a implementação? Quais são suas formações e cargos?
- 7) Existe um mapa do fluxo de valor definido na empresa? Descreva
- 8) Em que aspectos o projeto de implementação foi bem sucedido em padronizar tarefas? O que está faltando? Que tipo de prioridade isso vem recebendo? O que poderia ter sido feito ainda melhor nesse aspecto para que a padronização tivesse sido mais completa?
- 9) Como os líderes são preparados e desenvolvidos? Existe um programa para essa formação?
- 10) Como foi implementada a cultura de parar e resolver os problemas para obter a qualidade desejada? O que é mais desenvolvido? O que é mais difícil em fazer isso? Existe um programa para essa formação?

- 11) Na sua opinião o que poderia ser melhorado durante a implementação do lean manufacturing? Sob o aspecto de estrutura, gestão e comportamento.
- 12) Explique de que forma a segurança se tornou um valor? Dê um exemplo e comente o que há ainda para ser feito ou melhorado.
- 13) Explique como foi implementada a solução contínua da raiz dos problemas? O que pode ser melhorado?
- 14) Como foi realizada a valorização da organização através do desenvolvimento de seus funcionários e parceiros? Em que aspecto isso precisa melhorar ainda mais?
- 15) Quais foram os principais desperdícios encontrados durante implementação? O que ainda falta fazer para eliminação dos desperdícios? Descreva quais foram as tratativas dadas para os seguintes desperdícios
 - a) Produzir mais e antes que o necessário?
 - b) Estoques em excesso de matérias primas, produtos semi acabados e acabados?
 - c) Movimento ineficientes de produtos ou matéria prima
 - d) Passos não necessários no processo?
 - e) Produtos que necessitam de retrabalho?
 - f) Movimentos desnecessários do trabalhador?
 - g) Trabalhadores esperando por disponibilidade de maquinas ou produtos na linha de produção?

APÊNDICE B - PERGUNTAS PARA OS COLABORADORES

- 1) Como foi a coordenação durante a implementação Lean?
- 2) Como foi feita a comunicação entre as pessoas envolvidas durante a implementação Lean?
- 3) Que ferramentas Lean foram utilizadas?
- 4) Quais os tipos de reuniões foram realizadas? E qual a periodicidade de cada tipo?
- 5) Na sua opinião, quais são as principais características que a liderança precisa ter? Em que aspecto a liderança seguiu este modelo ideal e em que aspecto poderia ter sido melhor?
- 6) Quais as principais dificuldades e quais resultados positivos obtidos até agora? Diante das dificuldades como foi a postura do líder?
- 7) Em algum momento alguma decisão ou posição do líder foi questionada, se sim quão frequentemente? O líder foi receptivo aos questionamentos?
- 8) Em algum momento você sentiu que suas ideias não foram aceitas da melhor forma pela equipe ou pelo líder? O que poderia ter sido ainda melhor nesse aspecto?
- 9) Qual a forma de motivação mais valorizada por você (financeira, atribuições, outros benefícios e reconhecimento na empresa etc.)?
- 10) No que a empresa é bem sucedida em termos de recompensas aos funcionários? Na sua opinião que poderia melhorar ainda mais? O que faria você ficar muito estimulado num projeto como o da implementação?

11) Como se deu a resolução de conflitos durante a implementação? Quem teve a palavra final? Em que momentos você ficou mais satisfeito? Em que momento você ficou mais insatisfeito?

12) No que a implementação poderia ter sido melhor quanto a resolução de conflitos?

13) No que o líder da equipe poderia ter melhorado? Em especial em termos de comportamento com o time?