

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE ALINHAMENTO
ENTRE AS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA E OS
INDICADORES DE DESEMPENHO DA EMPRESA**

Waldemar Eduardo Ceglio

Orientador: Prof.Dr. Alexandre Tadeu Simon

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2012

**MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DO GRAU DE ALINHAMENTO
ENTRE AS FERRAMENTAS DA MANUFATURA ENXUTA E OS
INDICADORES DE DESEMPENHO DA EMPRESA**

Waldemar Eduardo Ceglio

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 12 de Dezembro de 2012,
pela Bancada Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon (Orientador)
PPGEP - UNIMEP

Prof. Dr. Iris Bento da Silva
PPGEP - UNIMEP

Prof. Dr. Antônio Batocchio
FEM - UNICAMP

AGRADECIMENTOS

Ter escrito esse trabalho foi motivo de muito orgulho para mim, porém eu não teria conseguido se não fosse a colaboração de algumas pessoas que gostaria de citar:

A minha querida esposa Maria Eliana pela grande ajuda e incentivo nos momentos difíceis.

Ao Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon, meu amigo e orientador, pela sua grande colaboração durante todo o período de elaboração do trabalho.

Ao Prof. Dr. André Luis Helleno, Coordenador do PPGEP e demais professores do programa, pela intensa troca de informações e aprofundamento das idéias.

A minha assistente Rosângela Ferreira, pela paciência na elaboração de todo o trabalho de digitação e organização de todo o material.

Aos meus queridos filhos William e Priscila, que eles também tenham a paixão em aprender cada vez mais.

Por fim, aos meus colegas da Schaeffler pela troca de idéias e informações que vieram a enriquecer este trabalho.

CEGLIO, W.E. (2012) – Método para Avaliação do Grau de Alinhamento entre as Ferramentas da Manufatura Enxuta e os Indicadores de Desempenho da Empresa – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo (FEAU) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP).

RESUMO

A utilização das técnicas de Manufatura Enxuta está cada vez mais enraizada nas operações de manufatura, não somente das grandes organizações mas também em toda a sua cadeia de fornecedores. O Sistema Toyota de Produção, idealizado por Taiichi Ohno nos anos 50, continua em processo constante de melhoria e cria nas empresas oportunidades de geração de valor com baixos investimentos. As empresas que aplicam esse sistema, fazem uso de ferramentas de melhoria, que alavancam resultados em diversos setores da empresa. O desafio dos gestores está em fazer a escolha certa dessas ferramentas para que os esforços a serem aplicados sejam orientados de acordo com o plano de metas da organização. O objetivo deste trabalho é propor um método para avaliar o grau de alinhamento entre as ferramentas da manufatura enxuta e os indicadores de desempenho da empresa. O método foi desenvolvido a partir de uma revisão bibliográfica sobre os conceitos de manufatura enxuta, indicadores de desempenho e estratégia de operações. Espera-se que com os resultados encontrados se possa saber quais ferramentas apresentam maior grau de alinhamento em relação aos indicadores de desempenho. Sua aplicabilidade foi verificada por meio de um estudo de caso que permitiu o seu aprimoramento. A aplicação do método foi realizada numa empresa de auto peças a qual trabalha com programas de melhoria contínua desde 1998. Os resultados encontrados demonstraram que as ferramentas da Manufatura Enxuta que estão sendo utilizadas, estão alinhadas com os indicadores de desempenho da organização.

PALAVRAS CHAVE: Manufatura Enxuta, Indicadores de Desempenho, Estratégia de Operações.

CEGLIO, W.E. (2012) – Method for Evaluating the Degree of Alignment Among the tools of Lean Manufacturing and Company Performance Indicators - College of Engineering, Architecture and Urbanism (FEAU) - Graduate Program in Production Engineering (PPGEP).

ABSTRACT

The use of Lean Manufacturing techniques is increasingly utilized in manufacturing operations, not only in large organizations but also across its supply chain. The Toyota Production System, Taiichi Ohno devised in the 50s, remains as a constant process of improvement in companies and creates opportunities to generate value with low investment. Companies applying this system, make use of improvement tools that leverages results in several company sectors. The challenge for managers is to make the right choice between these tools to ensure that efforts are targeted to be applied in accordance with the plan of the organization's goals. The objective of this work is to propose a method to assess the degree of alignment among the tools of lean manufacturing and the performance indicators of the company. The method was developed from a literature review on the concepts of lean manufacturing, performance indicators and operations strategy. It is hoped that with the results we can learn what tools have higher degree of alignment in relation to performance indicators. Its applicability was verified by a case study that allowed their usage. The method was performed on auto parts company which works with continuous improvement programs since 1998. The results demonstrated that the tools of Lean Manufacturing are being used, are aligned with the organization's performance indicators.

KEYWORDS: Lean Manufacturing, Performance Indicators, Operations Strategy.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estratégias Genéricas de Porter.....	8
Figura 2 – A Cadeia de Valor Genérico.....	9
Figura 3 – Gestão estratégica de operações.....	12
Figura 4 – Posicionamento do Balanced Score.....	15
Figura 5 – Efeitos internos e externos provocados pelos objetivos de Desempenho.....	17
Figura 6 – Exemplo de perdas do processo de produção.....	23
Figura 7 – Mapa da Situação Atual.....	26
Figura 8 – Exemplo de Fluxo Contínuo.....	28
Figura 9 – Modelo Toyota de Liderança.....	42
Figura 10 – Estrutura Organizacional da Toyota do Brasil.....	44
Figura 11 – Ciclo PDCA.....	51
Figura 12 – Exemplo de aplicação de ferramenta JIT.....	53
Figura 13 – Exemplo de aplicação da ferramenta 5S.....	55
Figura 14 – 5S Aplicação Prática.....	55
Figura 15 – Exemplo de aplicação de ferramenta 6 <i>Sigma</i>	57
Figura 16 – Exemplo de aplicação da ferramenta <i>Poka Yoke</i>	58
Figura 17 – Exemplo de Aplicação - <i>Jidoka / Pokayoke</i>	59
Figura 18 – Exemplo de aplicação da ferramenta FMEA.....	60
Figura 19 – Exemplo de aplicação da ferramenta <i>Kanban</i> de produção..	62
Figura 20 – Exemplo de aplicação da ferramenta VSM.....	64
Figura 21 – Exemplo de aplicação da ferramenta SMED.....	65
Figura 22 – Exemplo de aplicação da ferramenta <i>Tempo Takt</i>	67
Figura 23 – Exemplo de aplicação da ferramenta OEE.....	69
Figura 24 – Fluxograma da Abordagem Metodológica.....	70
Figura 25 – Classificação do Grau de Alinhamento.....	73
Figura 26 – Padrão de Referência para Avaliação dos Resultados.....	74
Figura 27 – Modelo de Matriz de Correlação.....	75
Figura 28 – Fluxograma de atividades.....	76
Figura 29 – Correlação Objetivos CEO x Indicadores Slack.....	80
Figura 30 – Codificação dos Dados da Pesquisa.....	85
Figura 31 – Resumo dos Cargos/Nível Hierárquico dos Entrevistados....	85
Figura 32 – Gráfico dos Cargos/Nível Hierárquico dos Entrevistados.....	86
Figura 33 – Gráfico Área de Atuação dos Entrevistados.....	87
Figura 34 – Gráfico do Nível de Escolaridade / Formação dos Entrevistados.....	87
Figura 35 – Resumo da Pontuação.....	89
Figura 36 – Grau de Alinhamento para o Indicador Qualidade.....	90
Figura 37 – Grau de Alinhamento para o Indicador Custos.....	91
Figura 38 – Grau de Alinhamento para o Indicador Flexibilidade.....	92
Figura 39 – Grau de Alinhamento para o Indicador Velocidade.....	94
Figura 40 – Grau de Alinhamento para o Indicador Confiabilidade.....	95
Figura 41 – Quadro Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Qualidade.....	97
Figura 42 – Quadro Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Custos.....	98

Figura 43 – Quadro Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Flexibilidade.....	99
Figura 44 – Quadro Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Velocidade.....	100
Figura 45 – Quadro Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Confiabilidade.....	101
Figura 46 – Resumo dos Resultados.....	103
Figura 47 – Comparação entre o Padrão de Referência e os.... Resultados Encontrados.....	104

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
1.1.	Justificativa.....	2
1.2.	Objetivos.....	4
1.2.1.	Objetivo Geral.....	4
1.2.1.	Objetivo Específico.....	4
1.3.	Metodologia.....	4
1.4.	Estrutura do Trabalho.....	4
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	6
2.1.	Estratégia Empresarial.....	6
2.2.	Estratégia de Operações.....	9
2.3.	Indicadores de Desempenho.....	14
2.4.	Gestão da Manufatura Enxuta.....	18
2.4.1.	Sistema Toyota de Produção.....	18
2.4.2.	Princípios do Sistema Toyota.....	27
2.4.3.	Ferramentas do Sistema Toyota.....	52
3.	ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	70
4.	ESTUDO DE CASO.....	77
4.1.	Caracterização da Empresa.....	77
4.2.	A Manufatura Enxuta na Empresa.....	78
4.3.	Planejamento do Estudo de Caso.....	81
4.4.	Coleta de Dados.....	83
4.5.	Apresentação dos Resultados.....	84
4.6.	Análise dos Resultados.....	96
4.7.	Comparação entre o Padrão de Referência e os Resultados Encontrados.....	104
5.	CONCLUSÕES.....	106
5.1.	Recomendações para Trabalhos Futuros.....	107
	Referências Bibliográficas.....	109
	Apêndice.....	116
	Glossário.....	121

1. INTRODUÇÃO

Em um ambiente de grande competitividade que impõe às empresas novos desafios e demandas, a produtividade e a flexibilidade aliadas à velocidade e à inovação são exigências que estão na ordem do dia dos gestores de operações e são requisitos básicos para o sucesso.

Além disso, em função da forte concorrência, a produção em escala é normalmente utilizada, reduzindo drasticamente os preços praticados pelo mercado, portanto as empresas que pretendem atuar nesse mercado devem obrigatoriamente ter competência para criar e desenvolver produtos e serviços de baixo custo, ter flexibilidade de manufatura para atender variações de demanda e a velocidade que o mercado exige, além de atender ou se possível superar as expectativas de qualidade e funcionabilidade que o consumidor espera.

Dentro desse ambiente de competição, uma das áreas que chama a atenção dos seus gestores são os modelos de manufatura enxuta, também conhecido como *Lean Manufacturing*.

De acordo com Wilson (2010) e Dennis (2011), o termo *Lean* significa fazer mais com menos: menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos máquinas, menos material e ao mesmo tempo dar aos clientes o que eles querem.

Segundo Hino (2009), o *Lean Manufacturing* nasceu dentro da fábrica Toyota no Japão, após a segunda guerra mundial e ficou mundialmente conhecido como Sistema Toyota de Produção.

Apesar do *Lean* ter sua origem na produção, os seus princípios podem ser aplicados nos mais diversos tipos de atividades.

Womack; Jones; Ross (2004), dizem que uma das etapas mais difíceis na implementação de programas de Manufatura Enxuta é vencer a inércia presente na grande maioria das organizações.

A aplicação da metodologia *Lean* nem sempre é feita da maneira correta, falta sistemática para a grande maioria dos gestores, além do próprio domínio do tema. Isso acaba muitas vezes criando falsas expectativas nos programas de melhoria das empresas e, portanto, o mesmo vai se reduzindo gradativamente e poderá desaparecer.

O desafio dos gestores será sempre traduzir, adaptar e aplicar o *Lean* dentro da situação encontrada na sua empresa para, através de uma maneira sistemática, ir gradativamente eliminando os desperdícios e criando mais valor agregado e com isso a filosofia *Lean* estará fazendo parte do modelo de gestão da empresa.

1.1. JUSTIFICATIVA

Ohno (1997), definiu inicialmente os sete desperdícios, também conhecidos como *muda* em japonês, que devem ser eliminados ou fortemente reduzidos dentro das organizações.

Posteriormente foi incluído o oitavo desperdício, Liker (2005), que trata da criatividade dos funcionários, sendo eles: superprodução, tempo de espera, transporte ou movimentação, superprocessamento ou processamento incorreto, excesso de estoque, movimento desnecessário, produção de peças defeituosas e desperdício da criatividade dos funcionários.

Esses oito desperdícios são hoje objeto de estudo e aplicação pela grande maioria das empresas do setor manufatureiro, principalmente o setor ligado à indústria automobilística.

De acordo com Liker (2005), uma das maneiras que as empresas encontraram para eliminar esses oito desperdícios é a implantação de programas de Manufatura Enxuta com os seguintes objetivos:

- Competência para criar e desenvolver produtos e serviços de baixo custo;
- Flexibilidade de manufatura para atender variações de demanda e velocidade, que o mercado exige;
- Atender ou superar as expectativas de qualidade e funcionabilidade que o consumidor espera receber;
- Reduzir os investimentos apenas para as operações que agregam valor ao negócio da empresa;
- Eliminar todos os desperdícios (*MUDA*);
- Proporcionar um ambiente de produtividade onde as pessoas tenham prazer em fazer as melhorias necessárias;

Para desenvolvimento deste trabalho, foram definidas as seguintes hipóteses:

Hipótese 1: Na maioria das vezes as empresas implementam a Manufatura Enxuta sem se preocupar se as suas ferramentas estão alinhadas com os indicadores de desempenho da organização.

Hipótese 2: Este fato pode gerar desmotivação e o programa perderá credibilidade perante os gestores, pois se não houver um alinhamento efetivo, esforços e recursos serão investidos, sem a devida compensação.

De acordo com Pergher; Rodrigues; Lacerda (2011), uma empresa ao eliminar os seus desperdícios, poderá estar melhorando sua dinâmica competitiva, pois os gastos financeiros antes consumidos pelo desperdício, podem ser reinvestidos.

Souza; Alves; Silva (2010), dizem que o sucesso da implementação de um programa de Manufatura Enxuta está fundamentado na existência de uma

cultura organizacional que conduza as pessoas a um nível de comprometimento com o programa.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo desse trabalho é propor um método para avaliar o Grau de Alinhamento entre as Ferramentas da Manufatura Enxuta e os Indicadores de Desempenho da empresa.

1.2.2. Objetivo específico

Se pretende também avaliar a aplicabilidade do modelo através de um estudo de caso, numa empresa que já utiliza há bastante tempo várias ferramentas da Manufatura Enxuta.

1.3. METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada para a elaboração deste trabalho é um estudo de caso, baseado no modelo proposto por Miguel (2007), e está apresentado no Capítulo 3 que engloba a revisão bibliográfica, identificação da lacuna, desenvolvimento do método e estudo de caso. O desenvolvimento do método é composto de várias sub-etapas.

Os dados levantados foram resumidos numa matriz de correlação para facilitar a análise.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos. Neste capítulo introdutório é apresentada a relevância do tema, objetivos, metodologia e estruturação do trabalho.

No segundo capítulo é realizado uma revisão bibliográfica sobre estratégia empresarial e de operações, indicadores de desempenho, gestão da manufatura enxuta e os conceitos do sistema, princípios e ferramentas do Sistema Toyota de Produção.

O terceiro capítulo apresenta o método de pesquisa a ser utilizado.

O quarto capítulo apresenta o estudo de caso, que contempla a caracterização da empresa, o planejamento do estudo de caso e a elaboração dos relatórios finais.

O capítulo cinco apresenta as conclusões e as recomendações para trabalhos futuros.

Complementam a estrutura do trabalho as referências bibliográficas, apêndice e glossário.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. ESTRATÉGIA EMPRESARIAL

De acordo com Porter (1998), a estratégia empresarial é um conjunto integrado e coordenado de compromissos e ações que as empresas utilizam para obter vantagem competitiva, explorando as oportunidades existentes no mercado.

Veiga; Lima; Costa (2008), definem que estratégia é um conjunto de planos e políticas através do qual uma organização pode obter vantagem sob seus competidores.

Em outras palavras isso significa que as opções estratégicas da empresa devem estar vinculadas ao mercado em que ela pretende competir.

De acordo com Hitt; Ireland; Hoskisson (2008), as opções estratégicas a serem utilizadas são muito importantes, visto que existe um elo entre as estratégias da empresa e o seu desempenho no longo prazo e dada a complexidade de se competir com sucesso no mercado mundial, essas escolhas são difíceis e muitas vezes requerem ousadia.

Para Mintzberger *et al.* (2009), a estratégia é definida de diferentes maneiras, mas quase todas com o conceito comum de que é um consenso deliberado do conjunto de diretrizes que determinam as decisões no futuro.

Dentro da estratégia de negócios das empresas, os clientes são os pontos mais importantes a serem considerados, portanto deve-se conhecer todas as suas necessidades a fim de se criar um plano de negócios que irá garantir que essas necessidades serão atendidas.

Para Wright; Kroll; Parnell (2010), a estratégia empresarial é desafiadora e vai muito mais além de se estabelecer objetivos e posteriormente dar ordens aos membros da organização para atingirem esses objetivos.

Em toda organização ainda se tem os *stakeholders*, com os quais se estabelece e se administra relações.

De acordo com Correa; Correa (2010), os *stakeholders* são pessoas ou grupos de pessoas que podem afetar, ou também podem ser afetados pelos resultados estratégicos da empresa e terão reivindicações aplicadas ao desempenho da empresa. Muito embora as empresas tenham uma relação de dependência com seus *stakeholders*, elas não dependem de todos eles igualmente e durante todo o tempo.

Para Correa; Correa (2010), os *stakeholders* podem ser divididos em pelo menos três grupos;

- *Stakeholders* do mercado de capital, são os bancos credores, acionistas, instituições financeiras, etc;
- *Stakeholders* do mercado de produtos, são os clientes, fornecedores, sindicatos, etc;
- *Stakeholders* organizacionais, são os empregados, diretores, gerentes e demais funcionários;

Wright; Kroll; Parnell (2010), dizem que na definição da estratégia empresarial, deve-se levar em conta os desejos competitivos dos vários *stakeholders*, pois seu apoio é essencial para uma implementação de estratégias bem sucedidas.

O sucesso dos gestores empresariais será elaborar um plano de negócios que esteja alinhado com as necessidades dos seus clientes e que atenda aos anseios e desejos de todos os seus *stakeholders*, gerando vantagem competitiva para a sua empresa.

Para Veiga; Lima; Costa (2008), uma empresa não pode ser excelente em todos os critérios de desempenho. A essência da estratégia é escolher entre o que fazer e o que não fazer.

Essa vantagem competitiva de acordo com Brito; Brito (2012), pode estar diretamente atrelada a:

- Lucratividade superior e manutenção da participação de mercado;
- Lucratividade média e crescimento da participação de mercado;
- Lucratividade superior e crescimento da participação de mercado;

De acordo com Porter (1985), existem pelo menos dois tipos básicos de vantagem competitiva que uma empresa pode possuir: eficiência em custos ou diferenciação.

Veiga; Lima; Costa (2008), dizem que a organização deve competir por meio das suas capacitações em manufatura e deve alinhá-las com os fatores chave de sucesso, sua estratégia corporativa e de negócios e as demandas de mercado. Isso combina com o escopo de operação de uma empresa a fim de produzir três estratégias gerenciais para atingir desempenho acima da média em um setor: liderança de custo, diferenciação e foco (escopo limitado), conforme demonstrado na Figura 1.

		VANTAGEM COMPETITIVA	
		Eficiência em custo	Diferenciação
LIMITE COMPETITIVO	Alvo Amplo	1. Liderança de Custo	2. Diferenciação
	Alvo restrito	3A. Foco em Custo	3B. Foco em diferenciação

Figura 1 - Estratégias Genéricas de Porter
Fonte: PORTER (1998, p. 12)

Uma das maneiras que os gestores empresariais utilizam para aumentar a vantagem competitiva das suas empresas é a criação de valor, com base na cadeia de valor genérica.

Porter (1985) apresenta isso como uma maneira sistemática de examinar todas as atividades que uma empresa desempenha e como elas interagem entre si.

A Figura 2 apresenta a Cadeia de Valor Genérico de Porter.



Figura 2 - A Cadeia de Valor Genérico
Fonte: PORTER (1998, p. 37)

De acordo com Mintzberg *et al.* (2009), uma das citações de Porter diz:

A meta de qualquer estratégia genérica é criar valor para os compradores como um lucro. Dessa forma, a cadeia de valores mostra o valor total e consiste de atividade de valor e margem. As atividades de valor são as atividades físicas e tecnológicas que uma empresa desempenha. São blocos de construção por meio dos quais uma empresa cria produtos valiosos para seus compradores. A margem é a diferença entre o valor e o custo coletivo de desempenhar as atividades de valor.

2.2. ESTRATÉGIA DE OPERAÇÕES

Dentro de toda organização, mesmo aquela que não vise lucro, existe uma função de operações, pois algum pacote de valor será gerado para os seus clientes, podendo esse valor ser composto de produtos ou serviços.

Gaither; Frazier (2002), dizem que uma melhor administração de operações de uma empresa pode agregar valor à empresa ao melhorar sua competitividade e lucratividade a longo prazo.

A administração estratégica das operações, nunca deve perder de vista que num mundo globalizado e cada vez mais competitivo de clientes e sociedade cada vez mais exigentes e concorrentes cada vez mais preparados e competentes, os tomadores de decisões operacionais devem sempre levar em conta que as suas estratégias atendem os objetivos dos grupos interessados e também garantam a lucratividade da organização.

Correa; Correa (2010), dizem que as origens mais primárias da gestão de operações são difíceis de rastrear. Operações a rigor, sempre tiveram de ser gerenciadas, pois sempre houve organizações gerando e entregando pacotes de valor a clientes, tenha isso acontecido de forma explícita ou não.

Para Correa; Correa (2010), embora em termos da origem da área de operações o século XX seja muito citado, com as significativas contribuições de Frederick Taylor, Henry Ford e outros que se seguiram, que foram muito importantes para a criação da produção em massa e o estabelecimento de um padrão global de produção, muitas contribuições na área de operações são do século XVIII e século XIX, época em que o transporte era feito basicamente através das ferrovias, portanto a área de operações já se ocupava com a produção das locomotivas, vagões de transporte, bem como a própria indústria do aço para a produção e instalação dos trilhos.

Gaither; Frazier (2002), dizem que foi na Inglaterra de 1700, onde ocorreu um desenvolvimento ao qual se refere como Revolução Industrial. Essa revolução envolveu dois elementos principais, a substituição da força humana e da água pela força mecanizada e o estabelecimento do sistema fabril.

Para Correa; Correa (2010), no início do século XX, produção em alta escala e o uso de peças intercambiáveis já era uma realidade e os Estados Unidos já tinha um modelo de produção bastante evoluído e verticalizado.

A produção em alta escala já era uma realidade nos setores industriais, como cigarros, aço, óleo, alumínio, entre outros, porém a utilização de motores de combustão interna, adaptados as carruagens deu origem aos chamados *horseless vehicles* ou veículos sem cavalo, o que propiciou as condições para o surgimento do setor industrial automobilístico, provavelmente o mais influente no desenvolvimento das técnicas de gestão de operações.

Correa; Correa (2010), dizem que em 1908 ocorreram dois grandes eventos que iriam mudar os nomes da indústria automobilística, Willian Durant criou a General Motors, fruto da fusão da sua própria empresa de carruagens com a Buick, a Olds e posteriormente a Oakland e a Cadillac e também nesse mesmo ano Henry Ford anunciou o seu novo “Modelo T”, que entre 1908 e 1927 foram produzidos e vendidos mais de 15 milhões de unidades.

A demanda por esse automóvel superou todas as expectativas da Ford e o sucesso disso estava diretamente ligado a estratégia de operações que ele adotou, fabricando um carro com projetos simples, baixíssimo custo, que qualquer trabalhador que tivesse um bom salário pudesse comprá-lo.

Hino (2009), diz que Henry Ford implantou um modelo de produção nunca antes experimentado, utilizando todos os princípios da administração científica:

- Divisão do trabalho;
- Escolha do trabalhador certo;
- Intercambialidade de peças;
- Padronização dos produtos;
- Linha de montagem móvel;

Essa estratégia adotada por Ford, teve grande sucesso e transformou a *Ford Motor Company* numa grande empresa já em 1910.

Com o passar do tempo o papel da estratégia de operações foi crescendo e agregando mais valor, dentro das organizações empresariais e hoje ela está totalmente presente nos altos escalões das grandes corporações.

Correa; Correa (2010), afirmam que é freqüente a existência de Vice-Presidentes de Operações, em empresas estrangeiras, é muito utilizado o termo COO – *Chief Operations Officer*, ou Executivo Principal de Operações, e compete a esse funcionário, juntamente com sua equipe de operações, definir as estratégias que serão utilizadas dentro das operações da empresa.

No quadro da Figura 3, pode-se compreender melhor como está estruturada a gestão estratégica de operações das grandes corporações.

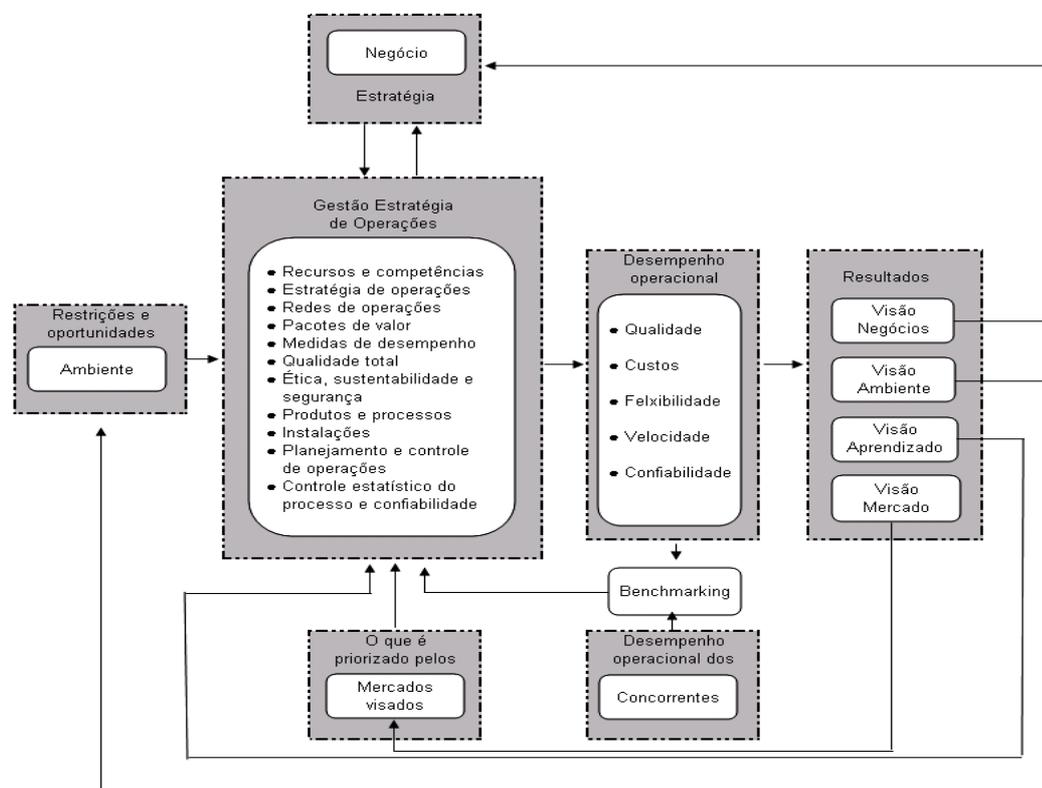


Figura 3 - Quadro de referência completo para “gestão estratégica de operações”
Fonte: CORREA; CORREA (2010, p. 49)

Esse quadro demonstra que a gestão estratégica de operações, deixou de ter uma abrangência apenas tática e operacional, com ações de impacto apenas no curto e médio prazo, para ter uma ação de abordagem estratégica, no

médio e longo prazo, olhando para os seus clientes internos e externos a quem serve, de forma proativa, maximizando a realização do seu potencial como contribuinte e alavancador na obtenção de vantagens competitivas sustentáveis e no atingimento dos objetivos estratégicos da organização.

Em resumo, a estratégia das operações que os gestores definem, deve estar alinhada com os objetivos estratégicos da empresa, garantindo os interesses de todos os *stakeholders*.

Slack; Chambers; Johnston (2009), dizem que não existe um acordo universal a respeito de como a estratégia de operações deve ser descrito e que diferentes autores possuem visões e definições discretamente diferentes sobre o assunto, que podem ser agrupados em quatro perspectivas.

- A estratégia de produção é um reflexo de cima para baixo, do que o grupo de negócio todo deseja fazer;
- A estratégia da produção é uma atividade de baixo para cima, em que as melhorias da produção cumulativamente constroem a estratégia;
- A estratégia da produção envolve a tradução dos requisitos do mercado em decisões da produção;
- A estratégia da produção envolve a exploração das capacidades dos recursos da produção em mercados eleitos;

Nenhuma dessas quatro perspectivas sozinhas dá uma visão geral do que é uma estratégia de operações, no entanto todas juntas dá uma idéia das pressões que existe para formar o conteúdo da estratégia de operações.

Para Veiga; Lima; Costa (2008), a Manufatura Enxuta pode ser caracterizada como uma estratégia de operações, pertinente a escola de aprendizado. As práticas de manufatura enxuta estimulam a geração de capacitações na produção, no entanto é fundamental que o desenvolvimento das mesmas seja

feito nas áreas chave e que elas alavanquem as dimensões competitivas definidas na estratégia.

Para Gaither; Frazier (2002), para se obter sucesso na competição global, as empresas devem ter um compromisso com os clientes, utilizando a melhoria contínua para desenvolver produtos inovadores, em tempo curto, com uma melhor combinação de qualidade, entrega rápida e no tempo certo e com custos e preços baixos. A utilização de estratégia de operações deve focar esses objetivos.

2.3. INDICADORES DE DESEMPENHO

As mudanças tecnológicas que ocorreram nos últimos anos, mais as forças do mercado globalizado altamente competitivo, passaram a pressionar as empresas que acabaram percebendo que os modelos de avaliação de desempenho, baseados exclusivamente em indicadores financeiros, são demasiadamente limitados para o gerenciamento dos negócios.

Wright; Kroll; Parnell (2002), dizem que vários *stakeholders* terão objetivos diferentes para a empresa. Cada um deles, acionistas, membros do conselho, administradores, funcionários, distribuidores, clientes entre outros, enxergam a empresa de uma maneira diferente, portanto deve-se implementar Indicadores de Desempenho que alinhem todos esses objetivos.

No atual cenário empresarial, os novos modelos de avaliação de desempenho são necessários para, por exemplo, avaliar se a comunicação com o mercado está adequada, motivar o comprometimento dos funcionários, avaliar se os projetos de melhoria estão implantados, verificar a existência de flexibilidade na manufatura entre vários outros.

Kaplan; Norton (2004), são os autores mais citados na literatura, quando se fala em avaliação de desempenho e criaram um modelo de avaliação utilizado por muitas empresas, conhecido como *BSC – Balance Scorecard*.

O modelo de mensuração utilizado pelo BSC, sugere que as empresas passem a se preocupar também com os seus ativos intangíveis que não são captados pelos critérios de avaliação tradicionais. O BSC recomenda que as empresas mantenham seus monitoramentos de indicadores financeiros tradicionais, porém passem a combiná-los com os indicadores não-financeiros sob três outras perspectivas: clientes, processos internos e aprendizado/crescimento.

A Figura 4 demonstra onde o BSC entra dentro da estratégia empresarial.



Figura 4 – Posicionamento do Balanced Scorecard dentro da estratégia empresarial
Fonte: KAPLAN; NORTON (2004, p. 35)

De acordo com Silva; Moura; Pereira (2011), o BSC deve contar a história da estratégia, começando pelos objetivos financeiros de longo prazo e relacionando-os as ações a serem tomadas em relação as demais perspectivas, para que o desempenho econômico seja alcançado no longo prazo.

Para Silva; Moura; Pereira (2011), a missão da organização é o ponto de partida, ao definir o porquê a organização existe, com foco interno, o propósito básico para o qual se direcionam suas atividades e dos valores que orientam seus funcionários.

A missão e os valores, devem se manter bastante estáveis ao longo do tempo.

Já a visão define as metas de médio e longo prazo da organização e deve ser orientada para o mercado.

A estratégia de acordo com Kaplan; Norton (2004), possui modelos distintos entre os acadêmicos e os profissionais do mercado, embora seja possível se definir mapas estratégicos e BSC – *Balanced Scorecard* para qualquer enfoque estratégico.

Porter (1985), pioneiro e líder de destaque na área de estratégia, define que a estratégia consiste em se selecionar um conjunto de atividades em que a organização será excelente criando uma diferenciação sustentável no mercado. Essa diferenciação pode consistir em fornecer aos seus clientes mais valor do que os concorrentes, ou fornecer o mesmo valor, porém com custo mais baixo.

Por último, os mapas estratégicos do BSC – *Balanced Scorecard*, fornecem um modelo que irá demonstrar como a estratégia liga os ativos intangíveis a processos de criação de valor e o fechamento disso se dá com a mensuração dos resultados que irão ainda alavancar as metas e iniciativas, até os objetivos pessoais dos funcionários.

De acordo com Slack; Chambers; Johnston (2009), existem cinco Indicadores de Desempenho que podem ser aplicados a todos os tipos de operação.

O Indicador da Qualidade diz respeito a conformidade, atender as expectativas do consumidor, em resumo fazer as coisas certas. Quanto menos erros existirem nos processos de operação, menos tempo será necessário para se fazer as devidas correções.

O Indicador Custo para muitas empresas o mais importante e significa que quanto menor o custo para se produzir, menor poderá ser o seu preço de venda ou maior será o seu lucro.

O Indicador Flexibilidade significa ser capaz de alterar a operação de alguma forma, um bom exemplo é a habilidade da operação de alterar seus níveis de saída, para produzir diferentes volumes de produtos ou serviços.

A Velocidade significa o tempo transcorrido entre a requisição e o recebimento do produto ou serviço. Para a grande maioria dos casos, quanto mais rápido o bem estiver disponível para o consumidor, mais provável que ele venha a comprá-lo.

Confiabilidade significa fazer as coisas em tempo para os consumidores receberem seus bens ou serviços exatamente quando necessários, ou pelo menos conforme prometido. A confiabilidade ajuda as empresas a economizarem dinheiro.

Na Figura 5 pode-se verificar que os objetivos de desempenho provocam efeitos externos e internos nas organizações.

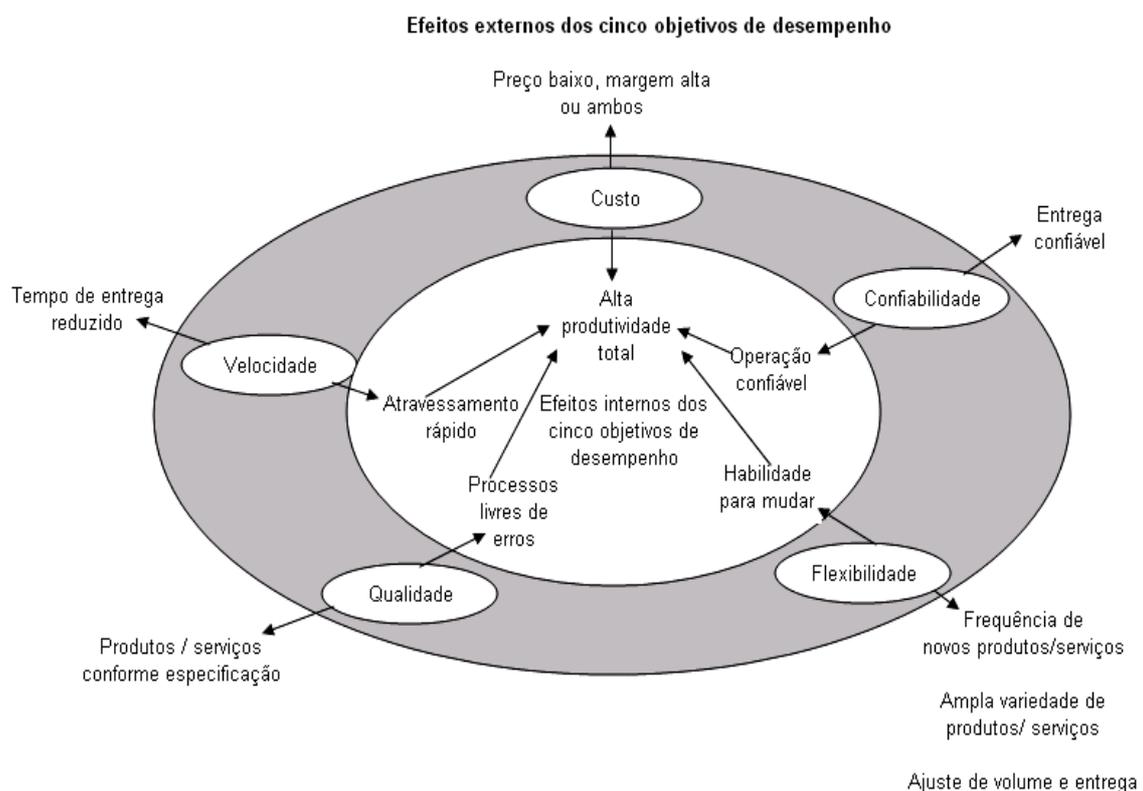


Figura 5 - Efeitos internos e externos provocados pelos objetivos de Desempenho
Fonte: SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON (2009, p. 51)

2.4. GESTÃO DA MANUFATURA ENXUTA

A gestão da Manufatura Enxuta é hoje parte integrante dos programas de gestão da grande maioria das empresas. Apesar de ter suas origens no segmento automobilístico, conseguiu se estender a vários outros segmentos como serviços, farmacêutico, alimentício, entre outros.

2.4.1. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO

Na primavera de 1950, um engenheiro japonês chamado Eiji Toyoda visitou a fábrica da Ford em Detroit. Nesse período tanto o Japão como a Toyota que havia sido fundada pela sua família em 1937, estavam em crise e, portanto os recursos eram escassos.

De acordo com Hino (2009), Eiji Toyoda após estudar o sistema de produção da Ford, voltou para o Japão e juntamente com o seu gênio de produção Tahiiichi Ohno, chegaram a conclusão que a produção em massa não funcionaria no Japão, visto as limitações da época:

- Mercado pequeno que demandava uma grande variedade de veículos, desde caminhões de grande porte até carros de pequeno porte, incluindo carros de luxo para as elites;
- Economia devastada pela 2ª Guerra Mundial estava carente de capital, logo altos investimentos em tecnologia não eram possíveis;
- O mundo já possui algumas dezenas de fábrica de veículos estabelecidas e com vontade de se fixarem no Japão;

Então a seguinte pergunta era feita: Como um fabricante de veículos inexperiente, atuando em um País devastado pela guerra, poderia superar todos esses obstáculos?

A Toyota Motors Company nesse período estava enfrentando um processo de bancarrota e após várias negociações com credores, sindicato e governo chegou-se a um acordo:

- Um quarto dos funcionários foi dispensado;
- Kiichiro Toyota presidente da empresa, renunciou ao seu cargo pelo fracasso da empresa;
- Os funcionários que permaneceram receberam em garantia:
 - emprego vitalício;
 - pagamento diretamente ligado a senioridade e a lucratividade da empresa;

Após essa negociação, o sindicato e as empresas fizeram um acordo, os funcionários ganharam emprego vitalício, porém eles deveriam ajudar a empresa a melhorar, tornaram-se então parte da comunidade Toyota.

Dessa maneira, eles se sentiram seguros para se envolverem em atividades de redução de desperdícios e com isso se estabeleceu um círculo virtuoso, quanto mais se eliminar desperdício, maior deverá ser a demanda pelos nossos produtos.

Para Hino (2009), o sistema Toyota de Produção era a solução para os problemas da Toyota e Tahiiichi Ohno o utilizou nos 30 anos seguintes para resolver os problemas da Empresa. Como qualquer agente de mudança ele teve que enfrentar obstáculos, mas por outro lado ele tinha algumas vantagens, além de gênio ele tinha total apoio de Eiji Toyoda.

Conforme Liker (2005).; uma das citações de Tahiiichi Ohno diz:

O que estamos fazendo é observar a linha do tempo desde o momento em que o cliente nos faz um pedido até o ponto em que recebemos o pagamento. E estamos reduzindo essa linha do tempo, removendo as perdas que não agregam valor.

Em função do orçamento da Toyota ser bastante reduzido, Ohno não tinha a menor chance de comprar máquinas enormes e caras como faziam os seus concorrentes, pelo contrário, suas máquinas eram simples e pequenas, porém obrigava que Ohno tivesse que utilizar a mesma máquina para vários tipos de peças. Com isso, os lotes tiveram que ser reduzidos, obrigando os trabalhadores a desenvolverem os sistemas de troca rápida de ferramentas. Se em uma fábrica do ocidente se levava até um dia inteiro para se trocar de produto numa linha de produção, na Toyota isso começou a ser feito em questão de minutos.

Com isso, Ohno descobriu que produzir lotes menores com troca rápida, resultava em economia de custos e também melhoravam a qualidade, pois os defeitos eram detectados logo e também o tempo de fabricação era reduzido pois haviam menos produtos em processo.

Hino (2009), traz algumas citações no seu livro “O Pensamento Toyota” da Ed. Bookman, de alguns dos principais mentores do Sistema Toyota de Produção.

- **Redução de custos:**

Pode parecer científico, numa ótica limitada, determinar o preço pela adição de custos: mas, de maneira mais ampla, esse método revela-se nada científico. Um preço determinado dessa maneira é completamente inútil se o produto não for vendido. O preço deveria ser fixado baixo, primeiramente, assim todos precisarão trabalhar de forma eficaz para que o negócio se torne viável. A fixação de preços baixos força todos a se esforçarem ao máximo em conter os custos para se ter lucro. Uma empresa descobre métodos de fabricação e vendas quando é forçada a mostrar resultados dentro de circunstâncias de limitação extremas.

Kiichiro Toyoda

- **A leitura do tempo:**

A experiência ensinou-me duas coisas. A primeira é: não se oponha ao curso da Natureza. Em outras palavras, você precisa compreender as grandes correntes da história e estar determinado a segui-las. A segunda é: o futuro que você constrói será aquele que você quiser. É justo dizer que a história da Toyota é a prática constante desses dois princípios aparentemente contraditórios entre si. Penso que os julgamentos que fizemos foram consistentemente baseados nas noções de colocar o cliente em primeiro lugar e de contribuir para a sociedade.

Eiji Toyoda

- **Além do conhecimento comum:**

Olhe para a linha de produção como se fosse uma folha branca de papel. Concentre-se no problema em questão e pergunte “Por quê” cinco vezes.

Tahiichi Ohno

- **Consciência Sobre estoques**

Tão logo os processos estejam estabilizados, reduza os estoques entre os diversos processos. Isso revelará novos problemas.

A finalidade da redução de estoques entre os processos é tornar os problemas latentes visíveis.

Tahiichi Ohno

De acordo com Ohno (1997), a Toyota definiu as oito principais perdas que deveriam ser eliminadas ou fortemente reduzidas.

1) Superprodução. Produção de itens para os quais não há demanda, o que gera perda com excesso de pessoal e de estoques e com os custos de transporte devido ao estoque excessivo.

2) Espera (tempo sem trabalho). Funcionários que servem apenas para vigiar uma máquina automática ou que ficam esperando pelo próximo passo no processamento, ferramenta, suprimento, peça, etc. , ou que simplesmente não tem trabalho para fazer devido a uma falta de estoque, atrasos no processamento, interrupção do funcionamento de equipamentos e gargalos de capacidade.

3) Transporte ou movimentação desnecessários. Movimento de estoque em processo por longas distâncias, criação de transporte ineficiente ou movimentação de materiais, peças ou produtos acabados para dentro ou fora do estoque ou entre processos.

4) Superprocessamento ou processamento incorreto. Passos desnecessários para processar as peças. Processamento ineficiente devido a uma ferramenta ou ao projeto de baixa qualidade do produto, causando movimento desnecessário e produzindo defeitos. Geram-se perdas quando se oferecem produtos com qualidade superior à que é necessária.

5) Excesso de estoque. Excesso de matéria prima, de estoque em processo ou de produtos acabados, causando *lead times* mais longos, obsolescência, produtos danificados, custos de transporte e de armazenagem e atrasos. Além disso, o estoque extra oculta problemas, como desbalanceamento de produção, entregas atrasadas dos fornecedores, defeitos, equipamentos em conserto e longo tempo de setup (preparação).

6) Movimento desnecessário. Qualquer movimento inútil que os funcionários tem que fazer durante o trabalho, tais como procurar, pegar ou empilhar peças, ferramentas, etc. Caminhar também é perda.

7) Defeitos. Produção de peças defeituosas ou correção. Consertar ou retrabalhar, descartar ou substituir a produção e inspecionar significam perdas de manuseio, tempo e esforço.

8) Desperdício da criatividade dos funcionários. Perda de tempo, idéias, habilidades, melhorias e oportunidades de aprendizagem por não envolver ou ouvir seus funcionários.

Ainda de acordo com Ohno (1997), a superprodução é a principal perda e, portanto deve ser eliminada, pois ela é o fator gerador das outras perdas. Ao se produzir mais do que o cliente necessita em qualquer operação, levará a formação de estoque em algum lugar da Empresa, onde ficará esperando até ser processado na próxima operação.

De acordo com Liker (2005), o grande problema é que esses estoques acabam levando as pessoas a um comportamento indesejado, tais como:

- Diminuição da motivação para melhorar as operações;
- Falta de preocupação com manutenção preventiva;
- Falta de preocupação com problemas de qualidade;

Na Figura 6 pode-se enxergar algumas perdas características do processo de produção:

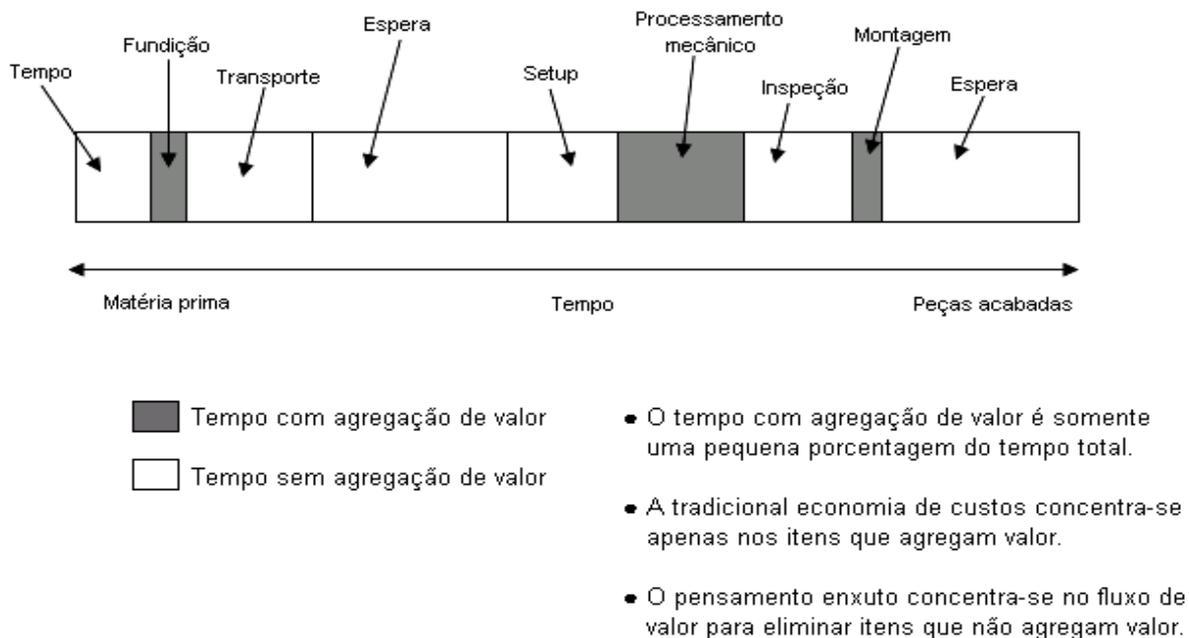


Figura 6 – Exemplo de Perdas do Processo de Produção
 Fonte: LIKER (2005, p. 49)

Perin (2005), diz que é muito comum nas organizações empresariais a procura por melhorias rápidas de curtíssimo prazo, esses eventos chamados de “melhoria rápida” ou “*blitz kaizen*” num primeiro momento é empolgante, pois se identificam as perdas, criam-se idéias para eliminá-las ou reduzi-las, além do fato de ver as mudanças ocorrendo na pratica é motivador e dá a sensação de que a missão foi cumprida. O novo processo agora ocupa menos espaço, o fluxo está mais claro e melhor compreendido por todos, normalmente será necessário menos pessoas para se fazer o que era feito antes com mais pessoas e várias vezes acaba sobrando algum equipamento que será retirado do local. Com isso a equipe irá se dispersar após uma comemoração e após algum tempo o processo volta a ser interrompido.

As superproduções estão de volta, o quadro de controle visual não está mais sendo utilizado e as ações de apagar incêndio recomeçam.

O problema ocorre, pois nenhum sistema de apoio foi colocado em funcionamento para dar sustentação ao que foi realizado durante o evento “*blitz*”.

A liderança capacitada não foi disponibilizada, faltam planos de reação padronizados, o sistema de manutenção diário dos equipamentos foi esquecido, o trabalho padronizado não está sendo respeitado, e assim por diante.

De acordo com Araujo; Rentes (2006), os eventos *kaizens* ou *kaizen* “*blitz*”, devem ser amparados por um planejamento e é importante que façam parte de um plano de ação com uma visão estratégica de médio/longo prazo, caso contrário cairão na banalização de ações dispersas e desconexas.

Perin (2005), diz que uma das maiores dificuldades encontradas após a realização da semana *kaizen* é que não existe comprometimento das pessoas para acompanhamento das ações, o que acaba não garantindo que o novo padrão de trabalho está sendo respeitado.

O modelo Toyota trata da construção de uma organização de aprendizado contínuo e duradouro, onde os problemas que aparecem são resolvidos pelos funcionários que estão treinados e utilizam as ferramentas do Sistema Toyota para resolvê-los. Quando isso ocorre, se cria uma capacidade de melhoria contínua de longo prazo. Um seminário de melhoria contínua também conhecido como “Semana *Kaizen*”, se bem executado, pode ser um passo para se ensinar as pessoas que é possível melhorar as coisas, porém para se ter uma estratégia de longo prazo para o desenvolvimento de fluxos de valor enxuto, deve-se orientar as melhorias com base num plano cuidadosamente elaborado e a ferramenta para isso é o “mapeamento do fluxo de valor”.

Essa ferramenta também conhecida com o VSM – *Value Stream Mapping*, nasceu dentro de uma divisão da Toyota criada por Ohno, a OMCD – *Operation Management Consulting Division*, que foi criada com o objetivo de conduzir os principais projetos do Sistema Toyota de Produção e ensiná-lo na prática.

Ohno (1997), desejava ter uma ferramenta que representasse visualmente tanto o fluxo de material como o fluxo de informação, levando as pessoas a

terem a visão do processo como um todo. Basicamente, isso levou ao que agora se chama de “mapeamento do fluxo de valor” e na Toyota é conhecido como “diagrama de fluxo de material e informação”.

De acordo com Rother; Shook (2002), a essência desse ensinamento consiste em fazer com que as pessoas antes de saírem fazendo programas de melhoria dos processos ou campanhas de combate aos desperdícios, façam o mapeamento completo do fluxo de valor, de todos os seus produtos. O fluxo de valor é toda a ação necessária, que agrega valor ou não ao produto, que deve ser realizado desde a matéria prima até chegar aos braços do consumidor final.

De acordo com Jones; Womack (2004), o mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta que necessita apenas de papel e lápis e ajuda as pessoas a enxergar e entender não apenas o fluxo de material, mas também o fluxo de informação de um produto ao longo do seu processo. Em outras palavras, siga o caminho da produção de um produto, desde o fornecedor da matéria prima até o consumidor final e desenhe uma representação visual de cada processo no fluxo do material e da informação. Posteriormente analise esse fluxo, veja onde se localizam os desperdícios, avalie as oportunidades de melhoria e volte a desenhar um novo mapa do estado futuro de como o valor deveria fluir.

Faça isso algumas vezes e então você terá chegado num processo enxuto.

Algumas vantagens do mapeamento do fluxo de valor de acordo com Jones; Womack (2004), são:

- Ajuda a visualizar, poder enxergar o fluxo;
- Mapear ajuda a identificar as fontes de desperdícios;
- Fornece uma linguagem comum;
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis;
- Forma uma boa base para um plano de implementação de processos enxutos;

- Mostra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material;
- É muito mais útil que ferramentas quantitativas e diagramas de lay out;
- Permite descrever em detalhes como a sua unidade produtiva deveria operar;
- É bom para descrever o que você realmente irá fazer para chegar a esses números;

De acordo com Grewal (2008), um dos importantes benefícios do VSM é a redução do *lead time*, *set up time* e *cycle time*. Valores expressivos de reduções podem ser alcançados nesses indicadores com a aplicação do VSM.

Na Figura 7 é apresentado um exemplo de aplicação do VSM, indicando o mapa da situação atual.

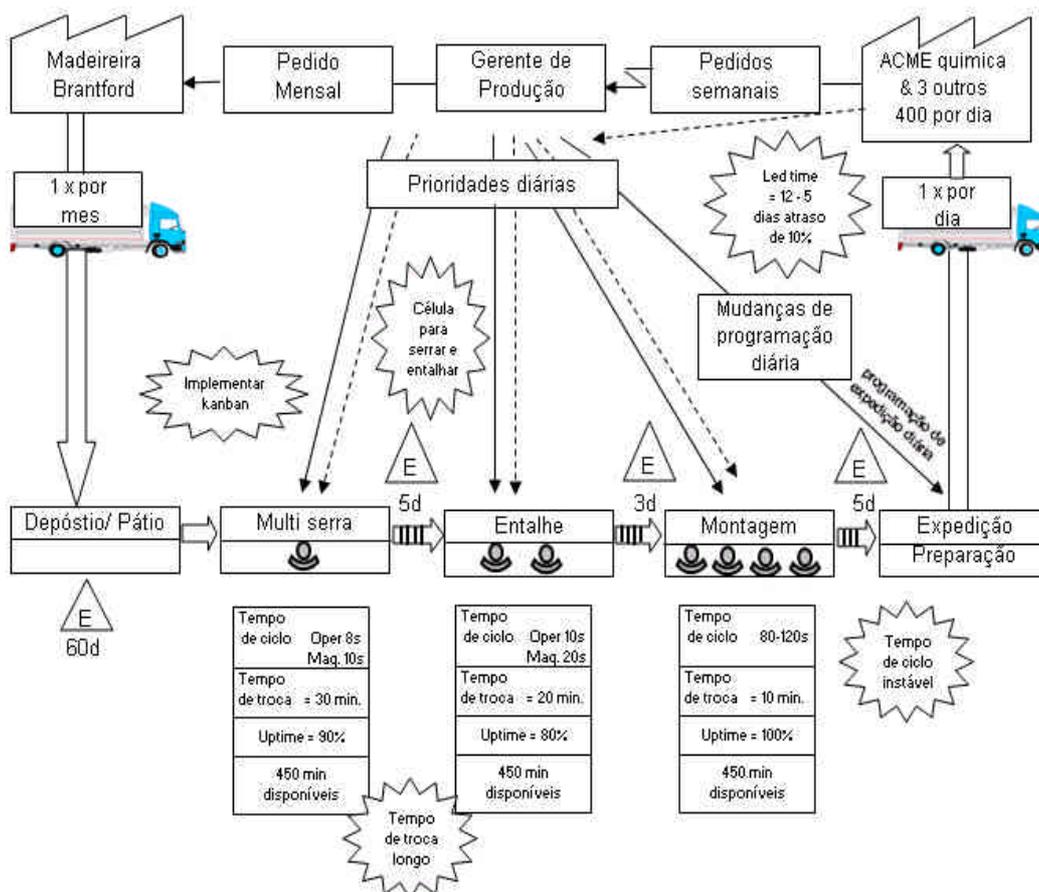


Figura 7 - - Mapa da Situação Atual
Fonte: DENNIS (2008, p. 105)

2.4.2. PRINCÍPIOS DO SISTEMA TOYOTA

O Sistema Toyota de Produção foi evoluindo com o passar dos tempos, porém a filosofia de longo prazo é a base da sustentabilidade do sistema.

De acordo com Liker (2005), dentro dessa filosofia foram desenvolvidos e aprimorados quatorze (14) princípios administrativos que permanecem até hoje.

Princípio nº 1: **Basear as decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo em detrimento de metas financeiras de curto prazo.**

A Toyota entende que, mesmo estando ela inserida no mundo capitalista, onde ser lucrativa é a base desse sistema, jamais ela irá pensar em demitir funcionários, porque o resultado da empresa naquele ano não foi bom.

De acordo com Deus; Lacerda (2010), o modelo da Toyota entende que é necessário que se faça o certo não somente para a empresa, mas também para seus funcionários, fornecedores, clientes e para a sociedade como um todo.

O dinheiro que é gerado pela empresa, não tem a finalidade única de remunerar os acionistas, mas sim de poder reinvestir no futuro para que a lucratividade se repita nos próximos anos.

Princípio nº 2: **Criar um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona.**

A Toyota entende que se tiver um processo certo, ele irá produzir resultados certos.

Ohno (1997), diz que na Toyota se algum problema ocorre na produção, com fluxo unitário de peças, toda a linha de produção deverá ser paralisada. Quando a produção é interrompida, todos são obrigados a achar a solução do problema imediatamente. Isso obriga que os membros daquela equipe parem

para pensar, fazendo com que eles se desenvolvam e se tornem melhores não só como funcionários mas também como pessoas.

Rother; Shook (2002), dizem que o fluxo contínuo é o modo mais eficiente de produção e a criatividade das pessoas deve ser utilizada antes da sua implementação.

De acordo com Ohno (1997), no pensamento enxuto o tamanho do lote será sempre o mesmo, tamanho (um).

Para que isso seja atingido, deve-se reduzir os tamanhos dos lotes e a maneira mais rápida para se conseguir isso e com a eliminação dos departamentos e ilhas de processo, criando-se então as ilhas de produto, onde as células de trabalho serão agrupadas pelo produto e não mais pelo processo.

A Figura 8 mostra um exemplo de uma linha de fabricação de computadores, organizada por célula de trabalho de fluxo unitário:

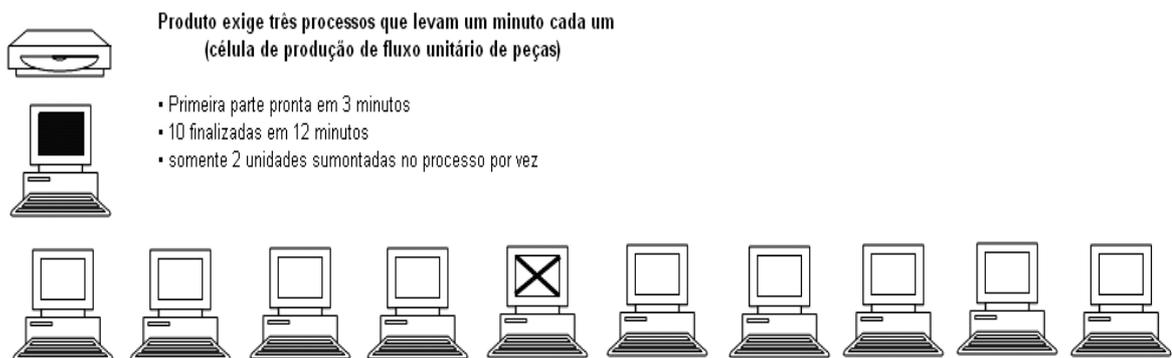


Figura 8 - Exemplo de Fluxo contínuo
Fonte: LIKER (2005, p. 105)

Essa célula foi montada, após ser feito o balanceamento do tempo entre as três operações, portanto é uma célula de fluxo contínuo de uma peça e sem nenhum estoque entre as operações, com alta velocidade de passagem (*lead-time*) e o tempo necessário para se produzir o primeiro computador, será muito baixo, comparando-se com o sistema tradicional de produção em lotes.

Essa mesma lógica pode ser aplicada a processos administrativos ou de engenharia, quando se tem departamentos individuais, fazendo o trabalho em lotes e depois passam esses lotes para outros departamentos, o trabalho a ser realizado irá demandar muito tempo até os primeiros lotes chegarem até a última operação. Isso irá gerar um excesso de burocracia, cargos que não agregam valor e a maior parte do tempo será gasta com espera, retrabalho, decisões que nunca chegam, baixo comprometimento, etc.

Princípio nº 3: **Usar sistemas puxados para evitar a superprodução.**

A grande maioria das empresas, trabalham de acordo com os seus cronogramas internos, que são baseados nos pedidos de venda, que são alimentados pelos sistemas de informação, tais como MRP / ERP e acabam gerando lotes de peças ou serviços que são consolidados e enviados aos seus clientes, que muitas vezes ainda tem que estocá-los até que exista uma demanda para aquele item.

O Sistema Toyota não trabalha com esse modelo de administração de estoques, pelo contrário ele objetiva a eliminação dos mesmos, para tal deve-se implementar sistemas de produção puxados.

Para Rother; Shook (2002), os sistemas puxados são um ótimo caminho para controlar a produção entre os processos que não podem estar diretamente ligados a um fluxo contínuo.

Para Ohno (1997), no modelo Toyota, puxar significa o estado ideal da fabricação, ou seja, dar ao cliente o que ele quer, ou seja, a quantidade de peças que ele necessita , devem ser atendidas.

Se for possível deve-se aceitar um pedido de um cliente, de apenas uma peça e fabricar somente aquela peça para atender o seu pedido, usando uma célula de produção de fluxo unitário, então se terá um sistema de produção enxuto, com fluxo de uma peça e zero de estoque.

Sabe-se, entretanto que nem sempre isso será possível e necessário, quando se vai implantar um sistema puxado de produção, outras análises devem ser feitas, com relação à demanda do cliente, *tempo takt*, limitações na fabricação da matéria prima, por exemplo produção de aço onde deve-se respeitar uma carga de forno e até mesmo prever alguma parada de linha por manutenção.

Isso pode levar a conclusão que deve-se ter um estoque amortecedor, conhecido nas empresas como *buffer* ou *kanban*.

Dentro desse conceito, toda vez que se retira algum produto desse estoque, estará iniciando a produção para fazer a reposição. Essa solicitação de produção de um novo item, pode ser feito eletronicamente via sistema de informação ou através dos cartões *kanban*.

Para Junior; Godinho (2009), puxar a produção garante um controle eficiente dos estágios produtivos, uma vez que somente o que é consumido nos processos consumidores é produzido e repostos pelos processos fornecedores.

Avaliando o que ocorre nos supermercados, que na verdade são menores depósitos de produtos disponíveis para a venda, tem-se uma quantidade definida de estoque de cada produto que é mantida nas prateleiras da loja. Os clientes chegam, pegam seus carrinhos e vão em busca do que precisam, assim que encontram, colocam o mesmo no seu carrinho, passam no caixa e levam embora.

Um funcionário do supermercado ou do próprio fornecedor do produto, é responsável por verificar o que foi retirado e faz a reposição do que está faltando. Esse funcionário não está simplesmente empurrando estoque para a prateleira, nem mesmo fazendo pedidos para o fabricante, ele conta com um estoque principalmente dos itens que mais venda possuem, para fazer essa reposição.

Rother; Shook (2002), dizem que em alguns casos pode-se utilizar um FIFO (*"first in", "first out"*), primeiro a entrar, primeiro a sair, isso irá garantir que somente os produtos mais recentes estarão disponíveis.

Esse estoque é dimensionado baseado na demanda de cada item, estratégia de logística junto a cada fornecedor, durabilidade/prazo de validade, valor desse estoque, etc.

De acordo com Harris; Harris; Wilson (2004), supermercados com bons sistemas de gestão de estoques, são um exemplo de sistemas puxados, onde se tem um certo estoque, porém em vez de empurrar material para o *buffer* com base em uma programação, se observa o que o cliente está utilizando e faz a reposição antes de acabar todo o estoque.

O Sistema Toyota de Produção não é um sistema de estoque zero, ele utiliza armazéns de materiais para abastecimento das linhas de produção, que são repostos utilizando os sistemas puxados.

Uma grande vantagem desse sistema é que o valor desse estoque será limitado, ou seja, não existe o risco de se ter os estoques subindo a níveis alarmantes e se saberá exatamente qual é a demanda do cliente para cada item, o que permitirá a levar esses estoques a níveis bem baixos.

De acordo com Rother; Shook (2002), deve-se deixar fluir onde possível, puxar onde se deve e com esse princípio se cria um fluxo unitário de peças. Onde não for possível, se cria um determinado estoque.

Princípio nº 4: **Nivelar a carga de trabalho (Heijunka)**

De uma maneira geral, quando se implementa um sistema de produção enxuto, a primeira coisa que deve-se fazer é equilibrar ou nivelar a produção. Isso significa fabricar o produto somente quando ele for solicitado.

Produzir grandes quantidades em uma semana ou até dias, pagando horas extras e estressando os funcionários e o equipamento, mas se na próxima semana os pedidos forem poucos, os funcionários terão pouca coisa para fazer e os equipamentos estarão subutilizados.

Para Thurer; Godinho (2012), a habilidade em manter a carga de trabalho no chão de fábrica nivelada, com o uso do *heijunka*, pode ser implementado mesmo em um ambiente de produção não seriada.

Com essa flutuação de demanda, também haverá dificuldades em se programar os fornecedores, obrigando a se ter estoques de todos os itens, pois não se sabe o que os clientes vão querer na próxima semana. É impossível dirigir uma operação enxuta desse modo, o modelo de produção por pedidos, cria pilhas de estoque, que ocultam outros problemas, geram problemas de qualidade e provavelmente os *Lead Times* aumentam, isso irá refletir na desorganização da fábrica.

De acordo com Ohno (1997), a Toyota descobriu que um dos segredos para se ter uma produção mais enxuta e ainda poder oferecer aos clientes maiores níveis de atendimento e qualidade, é implementar o nivelamento do plano de produção.

Os funcionários da Toyota utilizam o termo *muda* quando falam sobre desperdícios e como visto a eliminação de *muda* é um grande foco do modelo de fabricação enxuta. Porém outros dois M(s) são importantes para o trabalho enxuto e todos se encaixam e se completam dentro do Sistema Toyota.

- **MUDA** – Significa nenhuma agregação de valor, esse M conhecido inclui os oito desperdícios já citados anteriormente, trata-se de atividades supérfluas que aumentam o *Lead Time*, causando movimentos desnecessários, criam excesso de estoques e ainda resultam em algum tipo de espera.
- **MURI** – Significa sobrecarga de pessoas ou equipamento, em alguns casos esse M se encontra na extremidade oposta à da *muda*. *Muri* significa colocar uma máquina ou pessoa além de seus limites naturais. A sobrecarga nas pessoas resultará em problemas de segurança e qualidade. A sobrecarga no equipamento causa interrupções e defeitos.

- **MURA** – Significa desnivelamento e pode ser visto com a resolução dos outros dois M(s) em sistemas de produção normais, às vezes há mais trabalho do que as pessoas e as máquinas podem realizar e outras vezes há falta de trabalho. Esse desnivelamento resulta em um programa de produção irregular, devido a problemas internos como paralisações por falta de peças, defeitos, quebras, entre outros.

O desnivelamento da produção significa que será necessário ter a mão o equipamento, os materiais e os funcionários para o mais alto nível de produção, mesmo que a demanda normal do cliente seja muito menor.

De acordo com Rother; Shook (2002), é muito comum as empresas iniciarem os seus programas de melhoria com eliminação de *muda* isso é empolgante, mostra resultados de curtíssimo prazo e dá uma sensação de dever cumprido. Em função disso o foco em *muda* é a abordagem mais comum para a implementação do modelo enxuto, pois é fácil de identificar e de se eliminar esses desperdícios. Mas o que a maioria das empresas não consegue alcançar é a estabilização do sistema e a uniformidade, chegando ao verdadeiro fluxo de trabalho enxuto equilibrado.

Esse conceito para a Toyota é o *Heijunka*, que significa o nivelamento do plano de trabalho. Atingir o nivelamento da produção é fundamental para eliminação de *muda*, que é por sua vez de vital importância para eliminação de *muri* e de *mura*.

Segundo Araujo; Rentes (2010), a principal e mais evidente vantagem do nivelamento (*Heijunka*) está no fluxo estabilizado de produção, obtido através da nova consideração de trabalhar a demanda do cliente no longo prazo.

De acordo com Liker (2005), Ohno certa vez disse:

A lenta, mas mais coerente tartaruga causa menos perda e é muito mais desejável do que a lebre veloz que corre na frente e para de vez em quando para cochilar. O Sistema Toyota de Produção só pode funcionar quando todos os funcionários se tornam tartarugas.

Ohno (1997) define que, *Heijunka* é o nivelamento da produção em combinação com o mix de produtos, onde não se fabrica produtos de acordo com o fluxo real de pedidos dos clientes, pois eles podem subir e descer drasticamente, mas sim se soma o volume total de pedidos de um determinado período e faz-se o nivelamento para que as mesmas quantidades e combinações sejam produzidas a cada dia.

Isso se faz necessário, pois os clientes normalmente não compram produtos de modo previsível, e com isso a utilização dos recursos não é feita de uma maneira equilibrada.

O nivelamento do plano de produção apresenta grandes benefícios em todo o fluxo de valor, incluindo-se a possibilidade de planejar todos os detalhes da produção meticulosamente, bem como a padronização das práticas de trabalho.

Princípio nº 5: Construir uma cultura de parar e resolver problemas, para se obter a quantidade desejada logo na primeira tentativa.

Para Hino (2009), automação é o segundo pilar do Sistema Toyota de produção, e ele vem dos tempos de Sakichi Toyoda que inventou um dispositivo que detectava quando o fio de um tear (máquina de tecer tecidos) se partia e quando isso acontecia a máquina parava automaticamente. Isso era do tempo que a Toyota era um fabricante de teares e tratava-se de uma idéia simples, que, porém levaram a percepções profundas e amplas.

Com essa técnica se conclui que a qualidade poderia ser melhorada, significando que com esse método a máquina ou a operação deveria ser parada toda vez que se detectar algum defeito.

A palavra *jidoka* do idioma japonês significa automação e se refere a um equipamento dotado de inteligência para se auto-desligar quando apresenta algum problema.

Para Ohno (1997), a produção enxuta eleva a importância de se produzir de forma correta já na primeira tentativa. Trabalhando com níveis de estoques muito baixos não existe *buffer* para se recorrer em caso de problemas de qualidade, logo ao se detectar que temos peças com defeito, a produção deve ser parada.

O sistema de sinal de luz, muito conhecido como *andon* é acionado e indicará em função de um código de cores que a máquina parou e imediatamente todos envolvidos naquela operação devem se empenhar em resolver o problema.

Para Liker (2005), na Toyota assim como em outras empresas, o sistema *andon* está instalado individualmente em cada máquina ou posto de trabalho, esse sistema é chamado de “*sistema de parada de linha em posição fixa*”.

Com a obrigatoriedade de se parar a linha de produção e se procurar a causa do problema, vai-se então se aprimorando todo o sistema e cada vez mais os dispositivos a prova de erros, conhecidos na Toyota como *poka yoke* vão sendo incrementados.

Vidor; Saturn (2011,) dizem que *Poka Yoke* refere-se à verificação de erros por meio de dispositivos criativos que tornam quase impossível que um operador cometa um erro, quando o erro acontece ele é detectado instantaneamente.

De acordo com Liker (2005), na Toyota cada dispositivo *poka yoke* tem seu próprio formulário padronizado que indica o problema encontrado, o alarme que deve ser acionado, as providencias que devem ser tomadas, o método e a frequência da confirmação da operação correta, bem como o método a ser utilizado para verificação da qualidade, se o *poka yoke* não funcionar.

Esse é o nível de detalhamento que a Toyota utiliza para garantir a qualidade.

Liker (2005), diz que na Toyota o método utilizado para se resolver problemas de qualidade são mais simples e muita pouca ferramenta estatística complexa é utilizada, o principio está focado em quatro ferramentas chaves:

- Ir para ver;
- Analisar a situação;
- Usar o fluxo unitário de peça e o *andon* para trazer os problemas à tona;
- Perguntar por que cinco vezes;

Perguntar por que cinco vezes, sempre que um problema aparecer, buscar a causa raiz e indicar a solução para resolvê-lo;

Princípio nº 6: **Tarefas padronizadas são a base da melhoria contínua e da capacitação dos funcionários.**

Ao se falar de trabalho padronizado, deve-se voltar aos tempos de Frederick Taylor, considerado o pai da administração científica.

De acordo com Liker (2005), sob a administração científica de Taylor, os trabalhadores eram vistos simplesmente como máquinas e precisavam ser o mais eficientes possíveis, através das análises que eram feitas pelos engenheiros industriais.

O processo era constituído do seguinte:

- Determinar cientificamente a melhor forma de se executar o trabalho;
- Desenvolver cientificamente a melhor maneira de treinar pessoas para fazer esse trabalho;
- Selecionar as pessoas mais habilitadas a fazer esse trabalho da forma como foi determinado;
- Treinar os supervisores para que eles possam ensinar seus subordinados e também para monitorá-los;
- Criar incentivo financeiro para os trabalhadores que conseguem produzir acima do padrão estabelecido pelos engenheiros industriais;

Com isso Taylor atingiu aumentos de produtividade, mas criou burocracias muito rígidas onde os engenheiros deveriam pensar e os trabalhadores apenas executar o que foi determinado. Isso levou os trabalhadores a perceberem que logo eles estariam produzindo bem mais e ganhando o mesmo salário, com isso as idéias que eles tinham para melhorias dos processos ficavam guardadas e muitas oportunidades de melhoria deixavam de ser aplicadas.

Para Perin (2005), o trabalho de padronização do Sistema Toyota de Produção é muito mais amplo que a relação de uma lista de atividades que o operador deve seguir, esse trabalho se constitui de três elementos:

- Definição do *takt time*, que é o tempo de ciclo exigido para se completar uma tarefa no ritmo da demanda do cliente;
- Seqüência da realização das coisas ou seqüência dos processos;
- Quanto de inventário ou estoque cada trabalhador precisa ter para realizar aquele trabalho;

Logo pode-se dizer que a padronização é:

(*takt time* + seqüência + estoque necessário)

Hino (2009), diz que no Sistema Toyota de Produção o trabalhador é o recurso mais valioso que a empresa possui e não apenas um par de mãos que segue ordens. O trabalhador na Toyota é capaz de analisar e resolver problemas.

Para Benetti *et al.* (2007), a padronização do trabalho na realização das atividades de cada processo produtivo, pode ser uma fonte de redução de desperdícios.

A tarefa mais crítica quando se implementa a padronização do trabalho é encontrar o equilíbrio entre os procedimentos rígidos que os funcionários devem seguir e a liberdade de inovar e ser criativo, para atingir as metas de modo coerente entre custos, qualidade e prazos.

Princípio nº 7 – **Usar controle visual para que nenhum problema fique oculto.**

Entre os anos de 1970 e 1980, os americanos fizeram várias visitas às fábricas da Toyota no Japão e um ponto chamou muito a atenção deles: as fábricas eram tão limpas que até se podia comer no chão. Isso para os funcionários da Toyota era uma questão de orgulho e eles não entendiam porque alguém gostaria de trabalhar em um local sujo, como se fosse um chiqueiro de porcos.

De acordo com Hino (2009), na Toyota o programa denominado de 5S foi sempre um exemplo para todos e compreende uma série de atividades que contribuem para a eliminação de erros, defeitos e acidentes de trabalho.

Os 5S vêm das seguintes palavras em japonês, que significam *seire*, *seiton*, *seiso*, *seiktsu*, *shitsuke*.

Para Perin (2005), no Sistema Toyota de Produção, o 5S não deve ser utilizado somente para organizar e classificar corretamente materiais e ferramentas e manter o ambiente limpo. Os sistemas de produção enxutos utilizam o 5S para sustentar um fluxo tranquilo para o atingimento do *tempo takt*, ajudando a tornar os problemas visíveis, tornando-se parte do processo de controle visual.

O controle visual nada mais é que um dispositivo de comunicação usado no ambiente de trabalho, que permite dizer rapidamente como o trabalho deve ser executado, identificando se existe algum desvio de padrão.

No sentido mais amplo, o controle visual estará gerando informações *just in time*.

De acordo com Hino (2009), no Sistema Toyota o controle visual é utilizado para melhorar o fluxo, isso se dá com a utilização dos cartões de *kanban* e também com os *andons* para garantir o trabalho padronizado. Uma caixa cheia de peças sem cartão *kanban* é um sinal visual de superprodução.

Numa linha de produção, se um *andon* estiver na cor amarela ou vermelha, significa que aquela operação está fora do padrão.

Para Liker (2005), as empresas que utilizam o modelo de gestão da manufatura enxuta utilizam controles visuais em vários setores da empresa, a fim de facilitar o aparecimento de problemas que normalmente são ocultos no modelo de gestão tradicional.

Um dos modelos de controle visual muito utilizado nos dias de hoje, são os *andons* que indicam a produção que deve ser atingida a cada hora de trabalho, calculado no *tempo takt* do cliente versus a produção real que está saindo a cada hora.

Princípio nº 8 - Usar somente tecnologia confiável e plenamente testada que atenda aos funcionários e processos.

O Sistema Toyota movimenta-se lentamente, pois mais de um tipo de tecnologia fracassaram no verdadeiro teste de apoiar pessoas, processos e valores e foram abandonadas em favor de sistemas manuais mais simples.

A Toyota segue essa filosofia até hoje, embora não seja líder na aquisição de tecnologia é um marco no uso da tecnologia com agregação de valor.

Para Liker (2005), na Toyota uma nova tecnologia só é introduzida após ser aprovada através de várias experiências e o envolvimento de uma grande quantidade de pessoas.

O objetivo é ter certeza que essa nova tecnologia irá impactar no aumento do valor agregado, portanto irá investir muitas horas dos seus funcionários para avaliar se realmente valerá à pena a troca de tecnologia atual por uma tecnologia nova. A Toyota utiliza áreas pilotos para melhorar os processos, com a tecnologia existente e somente quando ela considerar que não tem mais chance de fazer melhorias nesse processo, então irá ser avaliado se vale a pena investir na troca de tecnologia.

Porém, antes de se introduzir uma nova tecnologia se analise muito se essa nova tecnologia não irá afetar negativamente a estabilidade, a confiabilidade ou a flexibilidade do sistema de produção.

Se uma nova tecnologia for introduzida, o princípio orientador é que ela irá apoiar o fluxo contínuo do processo de produção e ajudar na melhora do desempenho dos padrões da Toyota.

Para Ohno (1997), na Toyota a tecnologia da informação aliada aos seus computadores é utilizada para movimentar as finanças, controlar os milhões de pedidos de clientes, transações comerciais, fazer agendamentos e gerenciar os dados para o desenvolvimento de novos produtos, porém a Toyota não vê na TI uma ferramenta para apoiar as pessoas e os processos.

Uma das grandes metas da Toyota é ter flexibilidade em todos os seus processos e para ela flexibilidade não significa empurrar a melhor e mais recente tecnologia para as operações e lutar para fazê-la funcionar.

Nos dias de hoje é muito comum termos empresas que acabam adquirindo máquinas de alto preço, altíssima tecnologia, porém altamente complexas e difíceis de serem operadas, exigindo um esforço extra dos funcionários da fábrica, levando a perdas de eficiências às vezes incalculáveis.

Princípio nº 9 – Desenvolver Líderes que compreendam completamente o trabalho vivam a filosofia e a ensinem a outros.

Dentro da Toyota, quando alguém é promovido para uma nova função, ele já traz consigo todo o conhecimento da filosofia Toyota. Nunca é feita uma súbita mudança nos cargos de primeiro escalão, os líderes são encontrados dentro da própria empresa e normalmente já passaram por vários setores da empresa como vendas, desenvolvimento de produto, produção, projetos entre outros.

De acordo com Liker (2005), a Toyota não é uma empresa que sai procurando executivos bem sucedidos no mercado, porque ela entende que os seus líderes devem viver e compreender plenamente a cultura da empresa diariamente. Um dos elementos da cultura da Toyota é o *genghi genbutsu*, que significa observar atentamente a situação real, os líderes devem demonstrar essa habilidade e entender como o trabalho é feito dentro da fábrica da Toyota.

De acordo com o Modelo Toyota, uma impressão superficial da atual situação em qualquer divisão da Empresa, levará a decisões e lideranças ineficientes. A Toyota também espera que os líderes ensinem aos seus subordinados os princípios da filosofia Toyota, portanto os líderes devem compreender e vivenciar essa filosofia.

Para que esse modelo funcione, a Toyota e os seus líderes fazem de tudo para criar um ambiente de aprendizado na organização.

De acordo com Womack; Jones; Ross (2004), normalmente nas empresas ocidentais, os líderes não ficam no cargo o tempo suficiente para construir uma cultura madura, isso ocorre em função da rotatividade que essas empresas praticam. Dessa maneira, mudam a cultura da empresa toda vez que um novo líder assume, significa sacudir a empresa de maneira superficial, sem que nada profundo tenha sido realmente desenvolvido e menos ainda será a lealdade dos funcionários.

Para Liker (2005), não existe nenhuma dúvida que o sucesso da cultura de liderança Toyota, ocorre, pois ele foi moldado pela personalidade, valores e experiências dos seus fundadores, ou seja, a família Toyoda começando com Sakichi Toyoda na época ainda que a Toyota era fabricante de teares e depois seu filho Kiichiro Toyoda que fundou a Toyota Motors Company, essas duas personalidades foram de máxima importância no desenvolvimento do modelo de liderança da Toyota.

O modelo de liderança ainda foi aprimorado ainda mais na gestão de Eiji Toyoda, sobrinho de Sakichi Toyoda. Foi Eiji quem descobriu Taiichi Ohno e o apoiou durante anos na elaboração do Sistema Toyota de Produção.

Na Figura 9 pode-se ver como é o Modelo de Liderança da Toyota.

Líderes da Toyota

De baixo para cima (Desenvolvimento)	Facilitador de grupo "Voces são Capacitados!"	Construtor de organizações de aprendizagem "Aqui estão nossos objetivos e direção. Eu os orientarei e instruirei."
De cima para baixo (Diretivas)	Administrador burocrático "Sigam as regras!"	Chefe de serviço "Aqui está o que e como fazer. Façam!"
	Conhecimento de administração geral	Profunda compreensão do trabalho

Figura 9 - Modelo Toyota de Liderança
Fonte: LIKER (2005, p. 184)

Essa figura mostra que o líder na Toyota está principalmente em todos os quadrantes e o seu principal papel é a construção de uma organização de aprendizado.

De acordo com Liker (2005), considerando-se todos os grandes líderes da história da Toyota se verá que eles compartilham de diversos traços comuns.

- Concentram-se em um objetivo de longo prazo para a Toyota como contribuição de valor para a sociedade;
- Nunca se desviam dos preceitos do DNA do modelo Toyota;
- Galgam degraus fazendo o trabalho detalhado até chegarem no *gemba*, lugar onde o trabalho com agregação de valor é desempenhado;
- Enxergam os problemas como oportunidades de treinar e instruir o seu pessoal;

Princípio nº 10 – **Desenvolver pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa.**

Quando se fala com alguém da Toyota sobre o Sistema Toyota de Produção, se tem uma verdadeira aula sobre a importância do trabalho em equipe. Todos os sistemas que existem na Toyota, estão lá para sustentar o trabalho em equipe. Mas não são as equipes que fazem os trabalhos de agregação de valor, são os indivíduos, ou seja, as pessoas que trabalham. As equipes são necessárias para fazerem a coordenação do trabalho, motivando as pessoas, sugerindo idéias inovadoras.

Para Hasebe (2012), o trabalho em equipe é um dos principais pilares de sustentação do Sistema Toyota de Produção, que associado ao respeito pelas pessoas, garante o sucesso do modelo.

De acordo com Liker (2005), dentro da Toyota o trabalho em equipe está estruturado em quatro estágios:

Estágio 1: diz respeito a orientação, o grupo necessita de forte orientação do líder.

Estágio 2: nesse estágio irá aparecer a insatisfação, quando o grupo começa a trabalhar e descobre que trabalhar em equipe é mais difícil do que eles imaginavam.

Estágio 3: é quando começa a aparecer a integração do grupo, quando o grupo começa a ter uma imagem mais clara dos papéis dos membros da equipe e passa a exercer controle sobre os processos da equipe.

Estágio 4: é quando o grupo atinge o ponto de produção, nessa fase o grupo reúne todas as informações e passa a funcionar como uma equipe de alto desempenho, com pouca orientação e pouco apoio do seu líder.

Numa empresa que trabalha no sistema de produção convencional, cabe aos funcionários de alta qualificação a responsabilidade pela solução dos problemas, tais como problemas de qualidade, manutenção, produtividade, etc.

Normalmente esses funcionários trabalham num turno fixo administrativo, ficando o período da noite sem essa cobertura. No Sistema Toyota de

Produção, os grupos de trabalho serão responsáveis durante todo o período de trabalho, por essas ações.

Na Figura 10 pode-se observar como a Toyota estrutura seus grupos de trabalho.

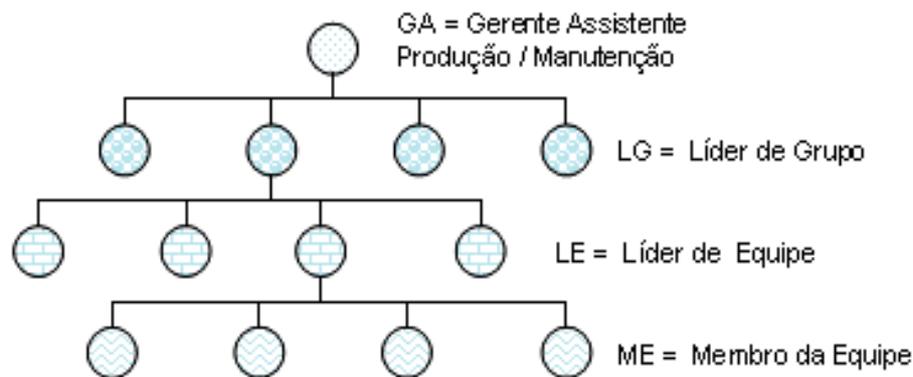


Figura 10 – Estrutura Organizacional da Toyota do Brasil

Fonte: <http://uninovetoyota.blogspot.com.br/2009/11/estrutura-organizacional.html>
Traduzido e adaptado pelo autor

O principal papel do líder de equipe (LE) é manter a linha de produção em funcionamento padrão dentro do *tempo takt* e garantir a qualidade das peças. Já o líder de grupo (LG) realiza as funções mais especializadas, incluindo ações de recursos humanos, engenharia, qualidade e manutenção, também estão preparados a assumir uma tarefa na linha de produção se for necessário.

Na Toyota os líderes de grupo e equipe, conhecem muito a linha de produção e podem realizar eles mesmo as tarefas se necessário.

Princípio nº 11 – **Respeitar sua rede de parceiros e de fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar.**

Os fornecedores que trabalham com a Toyota, relatam que a Toyota é um excelente cliente, porém bem rigoroso. A Toyota exige que seus fornecedores tenham altos padrões de excelência e ela ajuda os seus parceiros a alcançar os níveis desejados.

Para Furini; Saurim (2008), um dos sucessos da Toyota é construir um relacionamento com seus fornecedores, mantendo uma organização de aprendizado.

A Toyota tem sido recompensada por seu sério investimento na construção de uma rede de fornecedores altamente capazes. Grande parte da qualidade merecedora de prêmios que distingue a Toyota é resultado da excelência em inovação, engenharia, fabricação e confiabilidade de seus fornecedores.

Enquanto muitas empresas abandonam o *Just-in-time* quando a primeira crise acontece, a Toyota atravessa suas raras crises andando de mãos dadas com seus fornecedores.

De acordo com Hino (2009), a Toyota quando inicia um trabalho em conjunto com um novo fornecedor, ela usa uma boa dose de cautela procurando iniciar com pedidos pequenos e os fornecedores devem provar sua sinceridade e comprometimento com os altos padrões de desempenho da Toyota quanto à qualidade, custos, entrega. Se os fornecedores conseguirem ser eficientes, então irão receber novos pedidos e a Toyota irá lhes ensinar o modelo Toyota e depois ele passará a fazer parte da família Toyota.

Uma vez que um fornecedor chega nesse nível de desempenho, dificilmente ele será trocado, a Toyota é muito fiel a sua rede de fornecedores.

Com essa filosofia, os fornecedores querem trabalhar para a Toyota porque sabem que irão aprender e vão crescer com a Toyota.

A Toyota é muito cuidadosa na hora de decidir o que será terceirizado e o que ela mesma vai fazer internamente e apesar de ter um índice de terceirização de 70% do volume total de componentes para a fabricação dos seus veículos, ela também preza pela sua competência interna.

Um exemplo disso é o caso que ocorreu em 1998 quando a Toyota abriu uma fábrica de componentes eletrônicos, apesar da grande parceria que existe

entre a Toyota e o gigante de autopeças DENSO, que no passado era uma divisão da Toyota.

Isso ocorreu pois a Toyota entendeu que a aplicação da eletrônica nos veículos será cada vez maior, hoje já ultrapassa 30% e a velocidade de mudança da tecnologia eletrônica é muito alta.

Liker (2005) diz que, a Toyota necessita que seus fornecedores possuam as habilidades do Sistema Toyota de Produção, que irá criar oportunidades de melhorias que irão impactar em redução de custos para ambos.

Um dos hábitos da Toyota é reunir os fornecedores uma vez por ano para a troca de experiências, informações e preocupações.

Na América do Norte existe a BAMA (*Bluegrass Automotive Manufacturers Association*) e no Brasil existe o BRASA (*Brazilian Automotive Suppliers Association*).

Os membros dessas Associações podem participar de grupos de estudos específicos que desenvolvem maiores habilidades com o Sistema Toyota de produção. A eles se dá o nome de *jishuken* ou grupo de estudos voluntários.

Os *jishuken* começaram em 1977 no Japão com o *Operations Management Consulting* (OMCD) que conforme já descrito no capítulo 2.4 foi criada por Ohno em 1968, com o objetivo de melhorar as operações dos fornecedores da Toyota.

Princípio nº 12 – **Ver por si mesmo para compreender completamente a situação.**

De acordo com Veiga; Lima; Costa (2008), a Toyota possui um programa muito forte de treinamento para os seus funcionários e o mesmo está apoiado em dois pilares principais:

- Presenciar os fatos (*Genchi Genbutsu*);
- Eliminar a causa raiz;

Traduzindo do idioma japonês a expressão *Genchi Genbutsu* teremos para *Genchi* (verdadeira localização), o para *Genbutsu* (verdadeiros materiais ou produtos), o que significa ver se os materiais corretos estão fluindo no lugar certo.

O termo *Gemba* significa a mesma coisa, porém é muito utilizado na Toyota para indicar o verdadeiro lugar.

O que a Toyota exige é que os funcionários e administradores compreendam profundamente os processos de fluxo e o trabalho padronizado, bem como tenham a capacidade e habilidade de avaliar criticamente o que está acontecendo. Além disso, eles devem saber chegar rapidamente a raiz de qualquer problema.

Ohno (1997) diz que uma das práticas que se deve utilizar é a de colocar um funcionário administrativo em pé dentro de um círculo no chão da fábrica e então diga para ele ficar lá parado por horas observando o processo e pensando por si só.

Depois de várias horas volte e pergunte o que ele tem visto e de acordo com a resposta peça para essa pessoa permanecer mais tempo no mesmo local e continuar a observar.

O que ele estava fazendo era ensinar o poder da profunda observação.

No modelo Toyota é muito importante que as pessoas que desenvolvem os processos e os equipamentos se envolvam em todos os detalhes, aprendam a operar esses equipamentos e com isso saberão achar soluções para facilitar o trabalho dos operadores.

Existe por trás disso um ambiente cultural oriental, em que fica claro que aplicar esse princípio no Japão, é muito mais fácil do que fazê-lo na América do Norte ou Europa. O DNA cultural da Ásia Oriental permite mais facilmente essa prática.

Princípio nº 13 – Tomar decisões lentamente por consenso considerando completamente todas as opções, implementadas com rapidez.

Na Toyota nada é suposto, tudo é verificado, a meta é fazer as coisas direito.

Em empresas tipicamente americanas e brasileiras não devem ser diferentes, um projeto que deverá ser implementado em um ano, terá no máximo três meses de planejamento, mas depois da implementação, todos os tipos de problemas irão aparecer.

Já na Toyota esse mesmo projeto irá exigir vários meses de planejamento e será implementado num curto período, porém não deverá apresentar problemas após a sua implementação.

De acordo com Veiga; Lima; Costa (2008), o processo de tomada de decisões da Toyota é lento e deve ser feito através do consenso, onde todas as opções devem ser avaliadas e depois a implementação deve ser rápida.

Vários funcionários que vieram de outras empresas japonesas ou não, e foram trabalhar na Toyota, tiveram que ser reeducados e aprenderam a abordagem Toyota na tomada de decisão. Diante disso, eles se perguntam como a Toyota, uma empresa tão eficiente consegue utilizar um processo de decisão tão detalhado, lento, embaraçoso e demorado.

Liker (2005), diz que a diferença é que para a Toyota, como você chega à decisão é tão importante quanto à qualidade da decisão. Investir tempo e o esforço para fazer as coisas certas já na primeira vez é mandatório.

O segredo da Toyota está no processo de planejamento, bem como a tomada de decisões, que estão apoiados em cima da análise de todos os detalhes. Na Toyota nada fica sem ser examinado.

A abordagem preferida na Toyota é o consenso de grupo.

Esse procedimento da Toyota para a tomada de decisão, traz os seguintes benefícios:

- Descobre todos os fatos que, se não considerados, podem levar a grandes dificuldades e retrocesso;
- Reúne todas as partes envolvidas e consegue seu apoio para a decisão, de tal forma que todas as resistências serão vencidas antes da implementação;
- Promove um grande aprendizado antes que qualquer coisa seja planejada ou implementada;

Princípio nº 14 – Tornar-se uma organização de aprendizagem pela reflexão incansável e pela melhoria contínua (*Kaizen*)

Hoje não mais se vive o período em que uma empresa se estabelece, fabrica seus produtos e explora o mercado durante muitos anos com sua vantagem competitiva original.

A adaptação, a inovação e a flexibilidade acabaram com essa estatística empresarial. Hoje para uma empresa conseguir se sustentar no seu pedestal ela deve desenvolver a habilidade de aprender.

Hoje as empresas devem ser verdadeiras organizações de aprendizagem.

Para Hino (2009), as empresas sofrem, pois os empregados nem sempre executam suas atividades da maneira correta, a qual foram orientados e também não entram em ação assim que se inicia a jornada de trabalho.

Isso muitas vezes acontece, pois as coisas na empresa ocorrem de uma forma muito rápida, criando desmotivações nas pessoas.

Para que uma empresa se torne uma organização de aprendizado ela deve se desenvolver e crescer ao longo do tempo de uma maneira controlada, a medida que ela ajuda seus funcionários a se adaptarem a um ambiente competitivo em constante modificação.

O Sistema Toyota de produção significa muito mais que ferramentas e técnicas, ele visa incentivar os seus membros da equipe a pensar, aprender e crescer.

De acordo com Furini; Saurim (2008), o sucesso da Toyota se baseia em sua habilidade de cultivar liderança, equipes e cultura para desenvolver estratégias de aprendizado contínuo.

A Toyota muito diferente da maioria das empresas, não adota programas de metas, nem se concentra em resultados somente financeiros a curto prazo. Na Toyota tudo é orientado para o processo a longo prazo, onde os processos, as pessoas e as tecnologias funcionam juntas para se chegar a um alto valor agregado para o cliente.

Para a Toyota aprender significa ter a capacidade de construir sobre o passado e prosseguir melhorando em vez de recomeçar tudo de novo, reinventando a roda com novas pessoas e idéias.

O processo correto por si só produzirá os resultados planejados e o *Kaizen* entra após a estabilização dos processos, promovendo as oportunidades de melhoria.

Novamente a análise dos cinco por quês é parte integrante do *kaizen*.

De acordo com Liker (2005), na Toyota a análise dos cinco por quês é muitas vezes usada como parte de um processo de sete passos chamado também de “*solução prática dos sete problemas*”, isso obriga a antes que se tente estabelecer o problema, se entender o problema.

Nas empresas muito tempo se perde, pois as pessoas não conseguiram entender exatamente qual é o problema, logo gastar muitas horas tentando resolve-lo sem ao certo conhecê-lo.

Os sete passos da Toyota são:

- Percepção inicial do problema;

- Esclarecimento do problema;
- Localização da área;
- Investigação da raiz do problema (*cinco porquês*);
- Solução;
- Avaliação;
- Padronização;

A criação de uma organização de aprendizagem é uma jornada de longo prazo.

De acordo com Hasebe (2012), na Toyota a criação de uma jornada de aprendizado se dá através da utilização do ciclo (PDCA) de melhoria contínua.

Na Figura 11, é apresentado um exemplo de um ciclo PDCA.

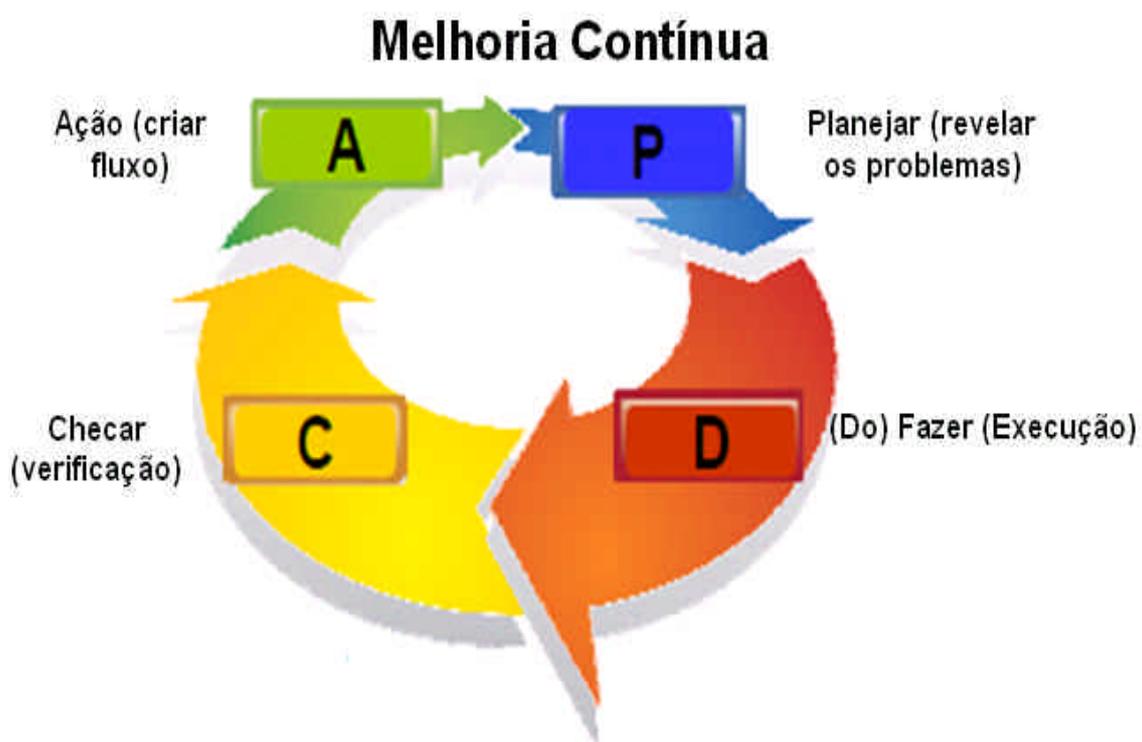


Figura 11 – Ciclo PDCA
Fonte: Adaptado de Hasebe (2012)

2.4.3. FERRAMENTAS DO SISTEMA TOYOTA

A aplicação do Sistema Toyota de produção é suportado por várias ferramentas e metodologias, que permitem a sua implementação e também devem garantir a sua manutenção. Essas ferramentas foram sendo desenvolvidas e melhoradas com o passar dos anos dentro das fábricas da Toyota.

Algumas dessas ferramentas, já existiam ou foram criadas dentro das empresas ocidentais, principalmente do segmento automobilístico, portanto hoje fazem parte e são base de sustentação da Manufatura Enxuta dentro dos programas de melhoria contínua.

O uso dessas ferramentas varia muito, dependendo do tipo de empresa e também da sua cultura. Essa variação depende muito do grau de necessidade, aplicabilidade, grau de conhecimento e também o nível de aderência que elas possuem e combinam com outros programas já existentes.

Para fazer parte da revisão bibliográfica, o autor selecionou as ferramentas que mais são utilizadas pela empresa onde o estudo de caso foi realizado e também por se tratar das principais ferramentas do Sistema Toyota de Produção, base de utilização dos programas de melhoria contínua.

➤ ***Just in Time***

O *Just in Time* é uma ferramenta de grande importância, nos sistemas de manufatura enxuta. Como o nome já diz, o *Just in Time* representa para a empresa produzir exatamente o que o cliente quer, na quantidade solicitada, no tempo de produção definido, usando somente os recursos mínimos necessários e entregando no dia ou até na hora pré-estabelecida pelo cliente.

Para Sharma; Moody (2003), o *Just in Time* melhora o serviço oferecido ao cliente, na medida em que reduz o prazo de entrega e aumenta a utilização de recursos críticos, como pessoas, máquinas, materiais e espaço, eliminando o desperdício do sistema.

Imaginando-se uma linha do tempo, se o cliente quer o seu produto as 12:00 hs e o tempo de fabricação é de apenas uma hora, então inicia-se a produção somente as 11:00 hs na quantidade exata que o cliente solicitou, ou seja, com o *Just in Time* não existem sobras.

Na Figura 12 é apresentado um exemplo de aplicação da Ferramenta JIT.

O *Just in Time* trabalha em conjunto com outras ferramentas, tais como produção puxada, SMED entre outras.

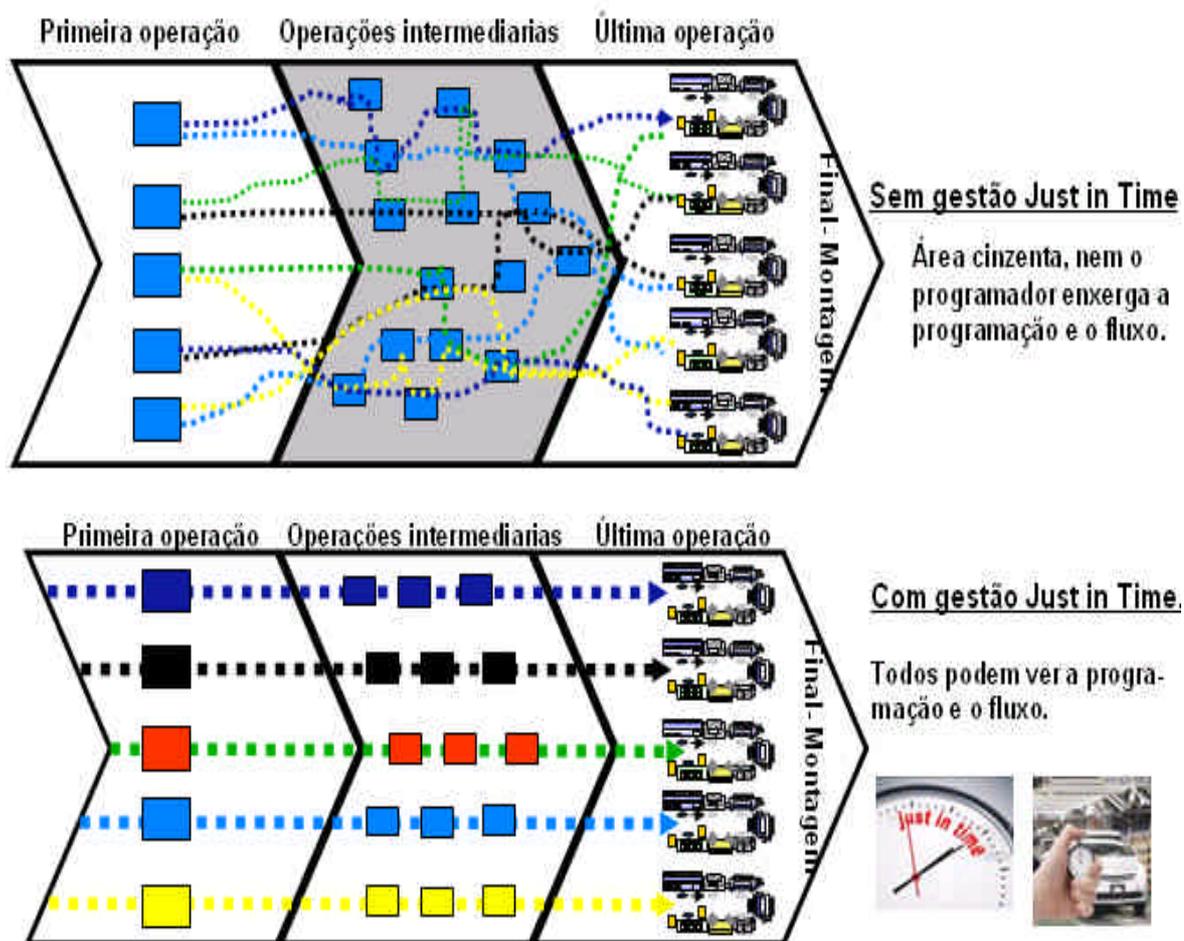


Figura 12 - Exemplo de aplicação de Ferramenta JIT
Cortesia Schaeffler Brasil

➤ 5S / Organização e Limpeza

Segundo Silva; Santos (2007), os programas de 5S são uma filosofia de trabalho que promove na organização, limpeza e disciplina, através da

consciência e responsabilidade de todos, tornando o ambiente de trabalho agradável, seguro e produtivo.

A prática dos 5S é muito conhecida por empresas de distintos segmentos e está apoiada na organização e limpeza do local de trabalho. Os cinco S, como é chamado, tem origem nas palavras do idioma japonês que são:

Seiri – classificar os itens, manter somente o que for necessário e descartar o restante.

Seiton – organizar um lugar para tudo e tudo deve estar no devido lugar.

Seiso – limpar, o processo de limpeza freqüentemente atua como uma forma de inspeção que expõe condições anormais e predispõe a falhas que podem prejudicar a qualidade ou até causar problemas no equipamento.

Seiktsu – padronizar, criar regras, desenvolver sistemas e procedimentos para manter e monitorar os três primeiros S's.

Shitsuke – disciplinar, manter um ambiente de trabalho estável, é um processo constante de melhoria contínua.

De acordo com Dennis (2011), a ferramenta 5S é aparentemente simples, sendo a base para qualquer programa de melhoria. A prática do 5S, melhora a disposição das equipes de trabalho.

Para Santos *et al.* (2006), o 5S é visto como um importante programa participativo e propulsor da qualidade, que pode influenciar positivamente as pessoas e o ambiente, potencializando a melhoria da qualidade.

A prática dos 5S, não se dá apenas em operações de produção, ela também é muito utilizada em áreas de apoio, suporte e administração.

Nas Figuras 13 e 14 são apresentados exemplos de aplicação da Ferramenta 5S.

Antes



Depois



**Figura 13 - Exemplo de Aplicação da Ferramenta 5S
Cortesia Schaeffler Brasil**

5S Aplicação Prática



**Identificação para
Supermercado de peças**



**Fácil para identificar
anormalidade**

**Figura 14 – 5S Aplicação Prática
Fonte: Adaptado de Hasebe (2012)**

➤ **DMAIC / 6 SIGMA**

A ferramenta DMAIC, abreviação das palavras em inglês:

Define – Measure – Analyse – Improve – Control.

Traduzindo teríamos:

Definir – Medir – Analisar – Melhorar – Controlar, é muito utilizada assim como o 6 *Sigma* para ajudar a resolver problemas de qualidade.

Normalmente as empresas treinam seus agentes de melhoria a utilizarem essas ferramentas, para estabilização de processos e melhoria da qualidade.

Gutierrez; Montes; Sanchez (2009), observa que a utilização da ferramenta 6 *Sigma* possibilita que o grupo de trabalho tenha uma visão compartilhada. Os objetivos estabelecidos para o projeto do 6 *Sigma* são compartilhados entre os grupos.

O DMAIC é a principal ferramenta utilizada pelos *Black Belts* para solução de problemas.

Dentro desse princípio, os diagramas de causa e efeito e o método dos cinco W e um H (*which, what, where, who, when, how*), são muito utilizados e se complementam entre si.

A ferramenta 6 *Sigma* é muito utilizada para análise da capacidade dos processos.

Na Figura 15 é apresentado um exemplo de aplicação da Ferramenta 6 *Sigma*.

Todas essas ferramentas são de grande valia, sendo hoje parte integrante de qualquer programa de melhoria de qualidade e produtividade das empresas.

De acordo com Nonhleerak; Hendry (2008), as empresas que aplicaram o 6 *Sigma* como ferramenta de gerenciamento da qualidade, tiveram a sua performance de negócios ampliada e incrementaram os seus lucros. Muitos

casos de sucesso são conhecidos mundialmente como a Motorola e a General Elétric.

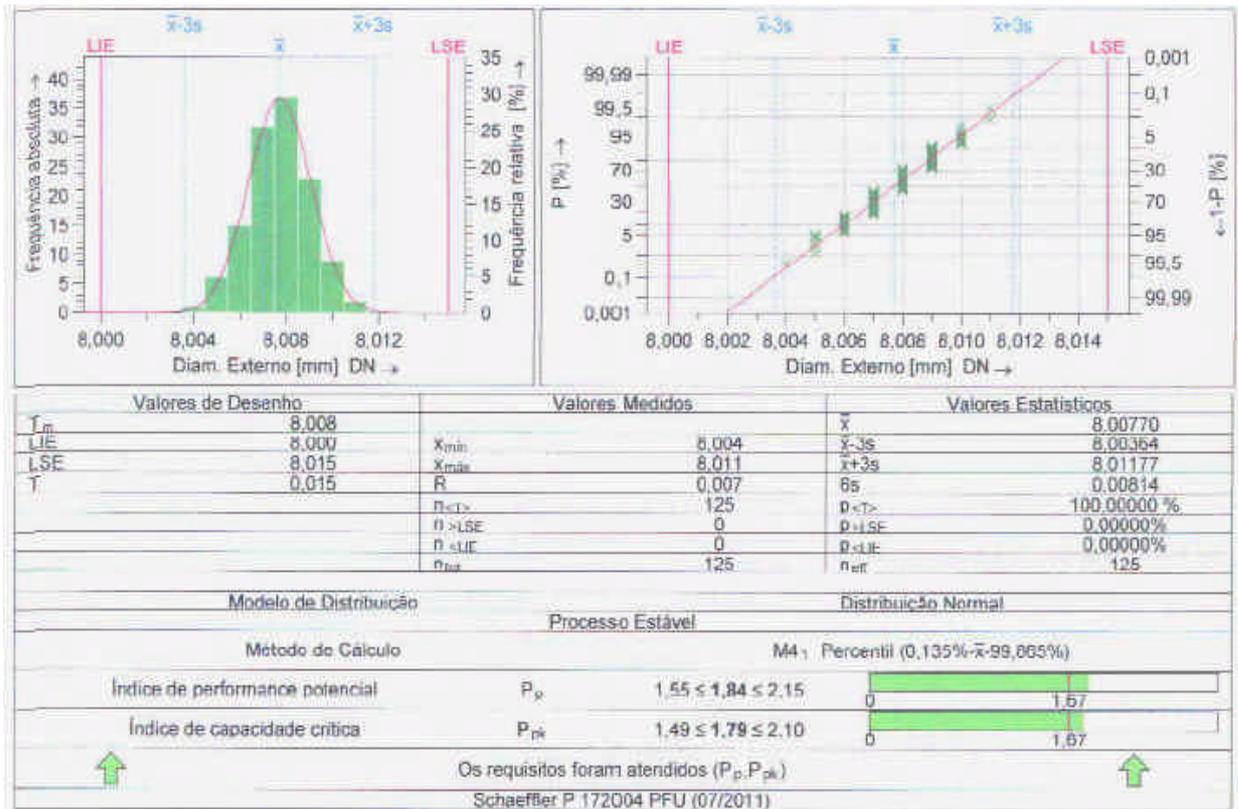


Figura 15 - Exemplo de Aplicação de Ferramenta 6 Sigma
Cortesia Schaeffler Brasil

➤ Jidoka / Poka Yoke

Ao longo dos processos produtivos, erros podem ocorrer, muitas vezes até originados já no fornecedor de matéria prima. A utilização do *jidoka* de acordo com Dennis (2011), possibilita que trabalhadores e máquinas trabalhem de maneira inteligente identificando erros e decidindo com medidas rápidas.

De acordo com Vidor; Saturn (2011), o termo *poka yoke* teve sua origem na Toyota Motors Co., com o objetivo de se obter zero defeitos na produção e eliminar as inspeções de qualidade. Os *poka yokes* estão cada vez mais presentes nas operações da Toyota, pois com eles é possível a redução da dependência do CEP (Controle Estatístico do Processo), pois esses aceitam percentuais de erro, sendo portanto incompatíveis com o objetivo zero defeito.

As empresas de produção seriada, na grande maioria das vezes, não pode realizar medições 100% em todas as características de processo e produto, isso acaba provocando que alguma peça ou produto pode conter um defeito, podendo ele ser de grande impacto ou até baixo impacto na sua aplicabilidade. Dentro do modelo da Manufatura Enxuta, o *Poka Yoke* e o *Jidoka*, são ferramentas que são utilizadas para que se crie métodos, ferramentas e equipamentos que auxiliem na prevenção desses erros.

O objetivo é que sejam soluções de alto impacto na detecção dos erros e baixo custo para aplicação, isso motivará as pessoas a fazerem a implantação desses conceitos nas suas linhas de produção.

De acordo com Dennis (2011), os *poka yokes* reduzem a sobrecarga física e mental do trabalhador, pois eliminam a necessidade constante de verificações e medições.

Nas Figuras 16 e 17 são apresentados exemplos práticos de aplicação da Ferramenta *Poka Yoke*.

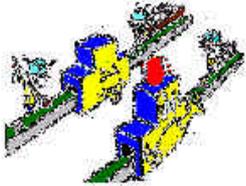


A peça rola pela primeira calha e começa a virar para o lado com menos massa, então colide com a parede da segunda calha e já cai na posição correta.

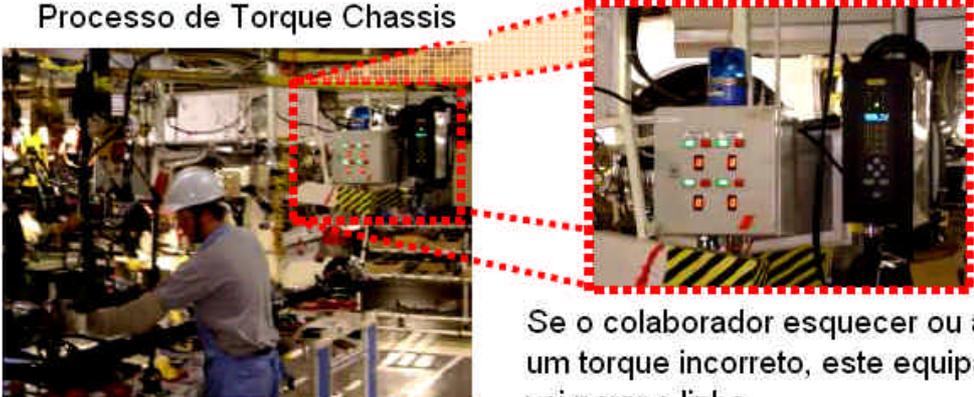
**Figura 16 - Exemplo de Aplicação da Ferramenta *Poka Yoke*
Cortesia Schaeffler Brasil**

Jidoka - Pokayoke

POKAYOKE Se tiver uma falha de operação, a linha será interrompida automaticamente



Processo de Torque Chassis



Se o colaborador esquecer ou aplicar um torque incorreto, este equipamento vai parar a linha.

Figura 17 – Exemplo de Aplicação *Jidoka - Pokayoke*
Fonte: Adaptado de Hasebe (2012)

➤ QFD / FMEA

Assim como o DMAIC e o 6 *Sigma*, o QFD do inglês (*Quality Function Deployment*) e o FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), também conhecido como método para análise de falhas, são ferramentas muito utilizadas não somente pela área da qualidade, mas de todo o time de projeto, quando se vai conceber um novo produto ou processo.

De acordo com Matei *et al.* (2012), o QFD é uma ferramenta de gestão que proporciona uma conectividade visual dos processos para ajudar a focar as necessidades dos clientes em todo o ciclo de desenvolvimento de um produto ou processo.

Essas ferramentas indicarão possíveis pontos potenciais de falhas e, portanto com base na análise de riscos se define ações de melhoria que muitas vezes irão ocasionar uma adequação do produto, do processo ou até de ambos.

➤ **Kanban / Produção Puxada**

A produção puxada é uma das principais iniciativas para o alcance da estabilidade, tanto a produção puxada como o *kanban*, são ferramentas do *Lean Manufacturing* que trabalham em conjunto.

De acordo com Junior; Klippel (2005), a utilização do *Kanban* permite o controle eficiente dos estágios produtivos bem como a redução dos níveis de estoque, facilitando com isso a identificação da raiz de problemas produtivos.

Na definição de Araujo; Rentes (2010), na produção puxada não há necessidade de se programar todas as estações, o próprio sistema através do *kanban*, informa os operadores o que produzir e quando produzir.

No conceito de produção puxada, uma célula de trabalho puxa material da célula anterior, somente quando ela for utilizar esse material. Com esse fluxo puxado, também conhecido como fluxo de uma peça, não existem estoques intermediários, porém na prática isso é muito difícil de ser realizado, portanto o que se utiliza normalmente são alguns pontos de estoques reguladores, ou niveladores, conhecidos como supermercados.

Esses estoques muitas vezes são de controle apenas visual, ou seja, num processo é permitido se ter três peças entre duas operações, quando o local tiver somente duas ou uma peça, imediatamente se produz peças para recompor esse estoque.

O uso de cartões é muito utilizado pelas empresas, na implementação do *kanban*, pois são de fácil e rápida visualização.

Para Dennis (2011), existem dois tipos de *kanban*:

- *kanban* de produção, especifica o tipo e a quantidade de produto que deve ser produzido (fornecedor);
- *kanban* de retirada, especifica o tipo e a quantidade de produto que deve ser retirado (cliente);

Na Figura 19 é demonstrado um exemplo de *Kanban* de produção.



**Figura 19 - Exemplo de Aplicação da Ferramenta *Kanban* de Produção
Cortesia Schaeffler Brasil**

➤ **VSM / Cadeia de Valor**

O VSM, também conhecido como mapeamento do fluxo de valor é uma das ferramentas do Lean Manufacturing que permite identificar as operações que agregam valor ao produto, não agregam valor, mas são necessárias e as que não agregam e são desnecessárias. Como já citado anteriormente, essa ferramenta traz várias vantagens, portanto é cada vez mais utilizada pelas empresas, principalmente de manufatura.

De acordo com Taylor; Brunt (2002), a aplicação da ferramenta VSM – *Value Stream Mapping* pode ser estendida através de toda a cadeia de suprimentos, desde os fabricantes das matérias primas primárias até os centros de serviços e distribuição.

Abdulmalek; Rajgopal (2007), dizem que um dos objetivos do VSM é identificar todos os tipos de desperdício que existem no fluxo de valor, bem como planejar etapas para se eliminar esses desperdícios.

Womack; Jones; Ross (1998), dizem que o mapeamento do fluxo de valor é simples, basta seguir a trilha da produção de um produto, desde o fornecedor até o consumidor e desenhe uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Depois analise esse fluxo e proponha um novo fluxo do estado futuro mais enxuto.

De acordo com Dennis (2011), o VSM é uma ferramenta muito importante que ajuda as empresas a identificarem oportunidades de melhoria.

Na Figura 20 é apresentado um exemplo de aplicação da Ferramenta VSM.

A aplicação dessa ferramenta traz os seguintes benefícios:

- *Lead time* reduzido;
- Estoques de produtos acabados menores;
- Redução dos estoques de processos (WIP);
- Melhoria da produtividade;
- Disponibilização de mão-de-obra;

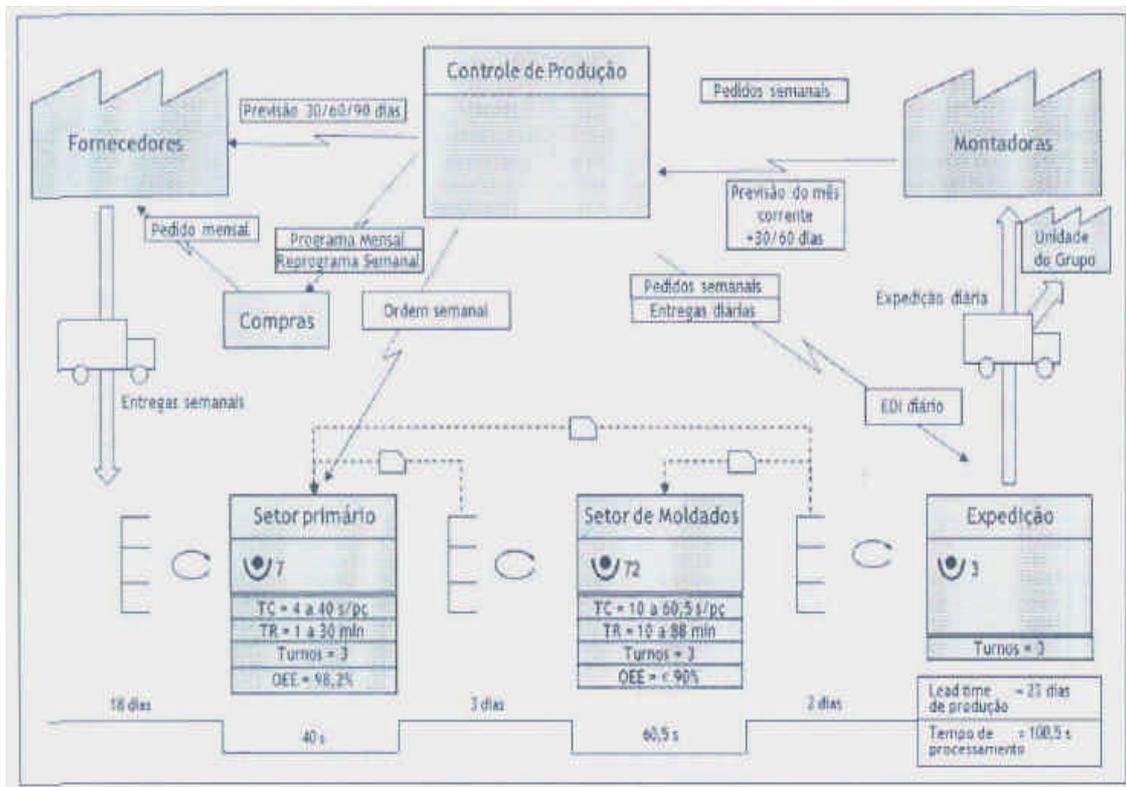


Figura 20 - Exemplo de Aplicação da Ferramenta VSM
 Fonte: Araujo et al (2010, p. 7)

➤ Troca Rápida / SMED

O sistema de troca rápida de ferramenta, também conhecido como SMED (*Single Minute Exchange of Die*), foi criado por Shingo (2005), e define que o tempo entre a última peça boa produzida e a próxima peça boa a ser produzida, não deve exceder nove minutos e cinquenta e nove segundos.

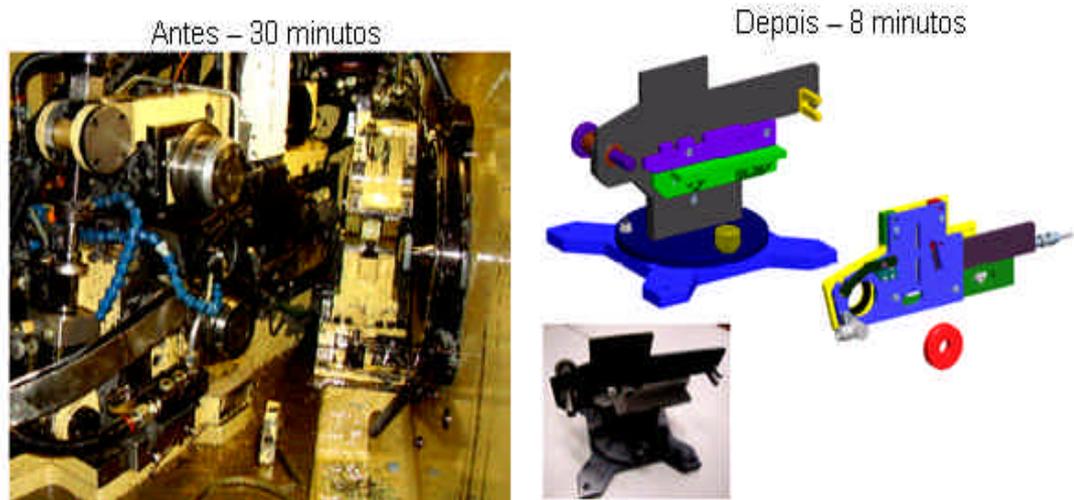
De acordo com Sugai; Mcintosh; Novaski (2007), apesar do SMED oferecer melhoria a baixo custo, o período de aceleração pós *set up* e o período de desaceleração antes do *set up*, podem ter um desempenho abaixo do *tempo takt*.

O objetivo principal do SMED é possibilitar que as máquinas sejam ajustadas mais vezes ao longo do turno de trabalho, ou do dia, da semana, do mês, afim de que os lotes possam ser reduzidos até o ponto de se conseguir atender a demanda sincronizada do cliente, ou a sua puxada.

Shingo (1985), diz que a maior dificuldade que as empresas enfrentam é a produção diversificada associado a pequenos lotes de produção e afirma que a aplicação do SMED é a solução para resolver isso.

Costa; Zeilmann; Schio (2004), dizem que em qualquer análise de operações de *set up* é importante distinguir o trabalho que pode ser feito enquanto a máquina está funcionando e aquele que só pode ser feito com a máquina parada, O princípio fundamental é transformar uma operação de *set up* interno em uma operação de *set up* externo.

Na Figura 21 é apresentado um exemplo de aplicação da ferramenta SMED.



Problema	Medidas adotadas	Resultados
Ferramenta ajustada na máquina.	Ferramenta ajustada no almoxarifado e fixada na máquina com sistema de fixação rápido (dois pinos).	-Maior qualidade -Redução de setup -Fácil aplicação

**Figura 21 - Exemplo de aplicação da Ferramenta SMED
Cortesia Schaeffler Brasil**

➤ **Balanceamento de Linha / Tempo Takt**

Nas empresas que trabalham com balanceamento de linha e tempo *takt*, também conhecido como o tempo necessário para se produzir uma peça baseado na demanda do cliente, se utiliza o balanceamento da linha de produção, onde após se conhecer o tempo *takt* do cliente, se inicia o balanceamento das operações, visando o balanceamento da mão de obra.

De acordo com Dennis (2011), o tempo *takt* é diferente do tempo de ciclo que é o tempo real necessário para se completar o processo de produção de uma peça. O objetivo é aproximar ao máximo o tempo *takt* com o tempo de ciclo, para se eliminar as perdas.

Primeiramente se faz o monitoramento dos tempos das operações, com isso se conhece as operações de gargalo e também as que operam com folga. Após essa análise se faz uma redistribuição das atividades, adequando-se o número de operadores e uma nova análise será feita para se confirmar se o tempo *takt* será atendido.

Com o passar do tempo, as demandas do cliente podem variar e novos tempos deverão ser definidos. Muitas empresas já possuem alguns *takts* pré-definidos, com isso quando as demandas se alteram, basta seguir o novo *takt*.

Na Figura 22 é apresentado um exemplo de aplicação da Ferramenta tempo *takt*, onde antes da utilização da ferramenta a linha de produção utilizava 6 funcionários e após a aplicação da ferramenta, com a redução dos desperdícios, se utiliza agora 3 funcionários.

De acordo com Liker; Meier (2007), o tempo *takt* serve como uma “batida” comum para todas as operações no fluxo de valor. A utilização de um gráfico de equilíbrio das operações é uma ferramenta visual para se mostrar como os tempos de ciclo se comparam com o tempo *takt*.

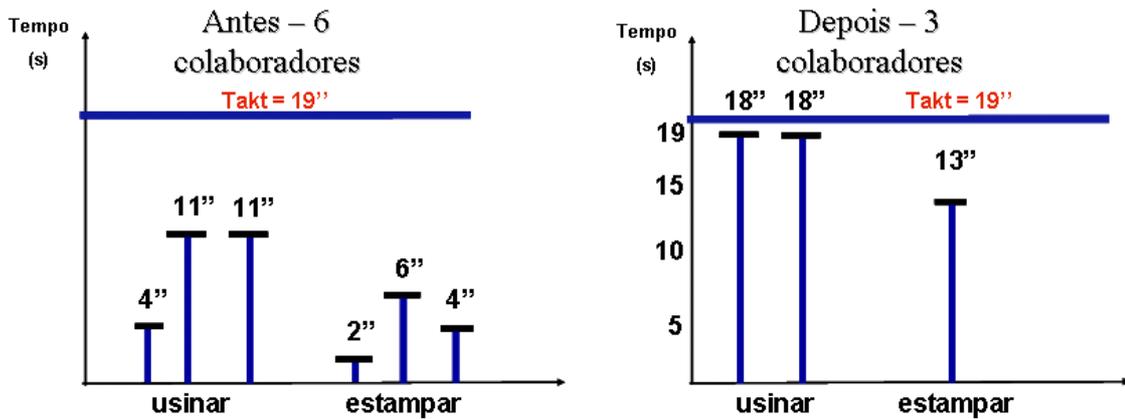


Figura 22 - Exemplo de Aplicação da Ferramenta *Tempo Takt*
 Cortesia Schaeffler Brasil

➤ MPT / OEE

Os programas de manutenção produtiva total, conhecidos como MPT assim como o índice de eficiência do equipamento, conhecido como OEE, normalmente nas empresas andam juntos, pois o MPT é a ferramenta utilizada pelas empresas que realizam melhorias nas máquinas e equipamentos e o OEE definirá como será feita a medição do desempenho desses equipamentos.

De acordo com Bariani (2006), o “OEE mede a habilidade do equipamento em produzir consistentemente peças que atendam os padrões de qualidade dentro de um tempo de ciclo designado e sem interrupções. A disponibilidade, o desempenho e a taxa de qualidade de uma máquina, fornece um método para análise das perdas e medição dos resultados das ações tomadas”.

Palomino; Manica; Miranda (2010), dizem que elevando-se o índice de eficiência dos equipamentos críticos de um sistema de produção, pode representar a oportunidade de se reduzir recursos, que poderão ser aplicados em outras áreas.

De acordo com Nakajima (1989), o OEE é uma medição que procura relevar os custos escondidos na empresa. O mesmo é mensurado a partir das perdas e calculado através do produto dos índices de disponibilidade, performance e qualidade, conforme a Equação (1).

Equação (1)

$$\text{OEE} = \text{IDI} \times \text{IDE} \times \text{IDQ}$$

Onde:

IDI = Índice de Disponibilidade: é a quantidade de tempo que um equipamento esteve disponível para trabalhar, comparado com a quantidade de tempo em que foi programado para trabalhar.

IDE = Índice de Desempenho: é o quanto o equipamento trabalha próximo do tempo de ciclo ideal para produzir uma peça.

IDQ = Índice de Qualidade: é o número total de peças boas produzidas comparado com o número total de peças.

O MPT está apoiado em oito pilares, sendo eles:

Pilar nº 1 – manutenção autônoma;

Pilar nº 2 – controle inicial;

Pilar nº 3 – melhorias específicas;

Pilar nº 4 – manutenção planejada;

Pilar nº 5 – manutenção da qualidade;

Pilar nº 6 – TPM administrativo;

Pilar nº 7 – segurança, saúde e meio ambiente;

Pilar nº 8 – educação e treinamento;

De acordo com Nakajima (1989), empresas de classe mundial trabalham com OEE acima de 85%.

Na Figura 23 é apresentado um exemplo de aplicação do monitoramento da ferramenta OEE.

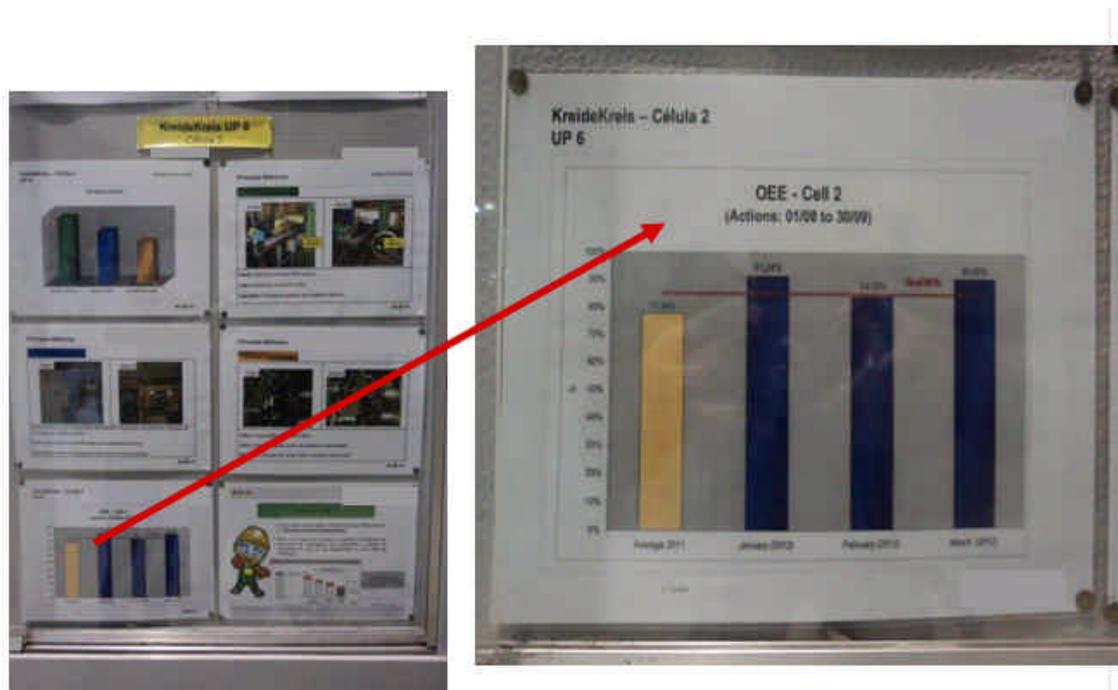


Figura 23 - Exemplo de Aplicação da Ferramenta OEE
Cortesia Schaeffler Brasil

3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

A abordagem metodológica utilizado neste trabalho é composto de quatro etapas que são apresentadas de acordo com o fluxograma da Figura 24:

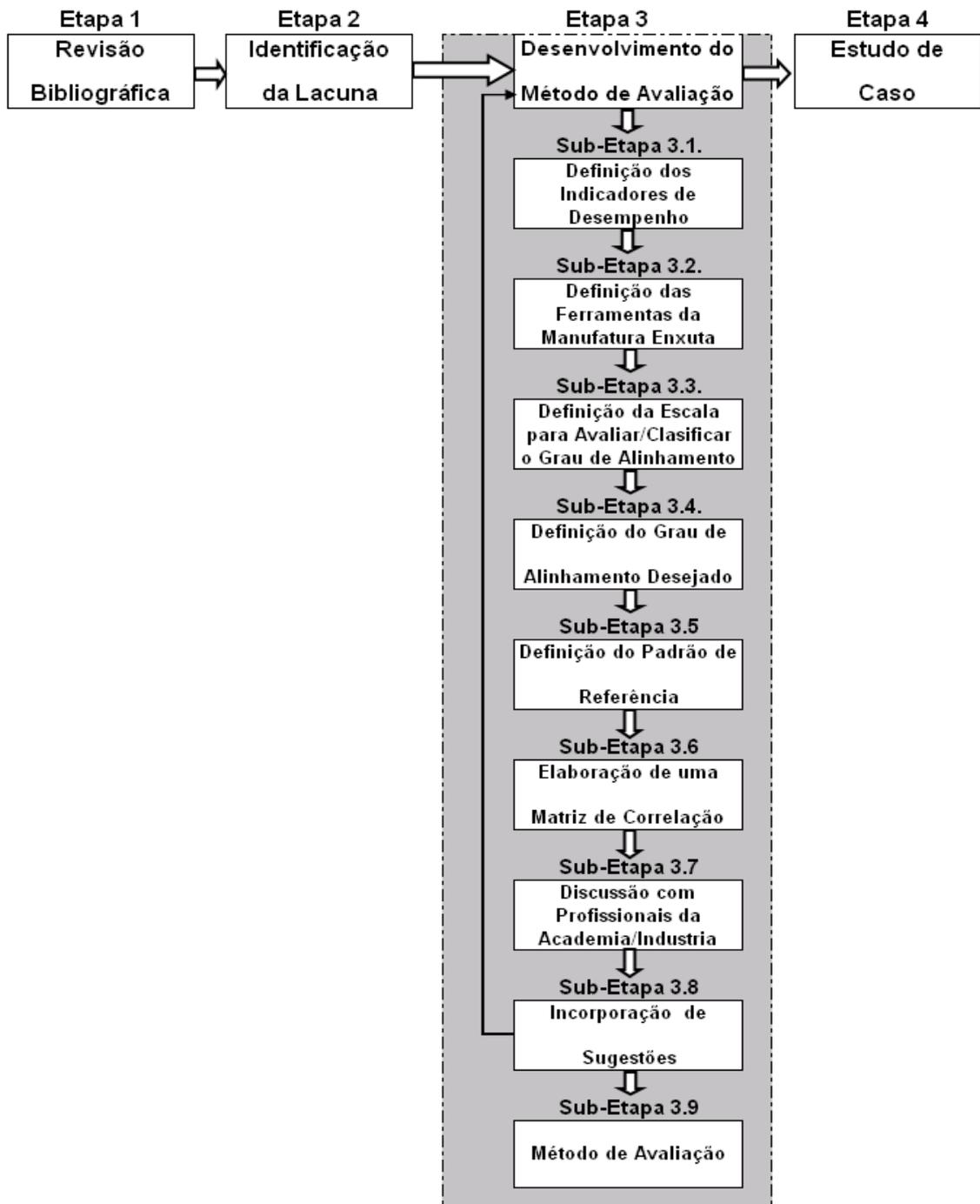


Figura 24: Fluxograma da Abordagem Metodológica

Etapa 1: Revisão Bibliográfica:

A revisão da Bibliografia foi realizada no Capítulo 2, sobre Manufatura Enxuta, Estratégia e Indicadores de Desempenho.

Etapa 2: Identificação da Lacuna:

Conforme revisão bibliográfica realizada no Capítulo 2, não se verifica a existência de um método para avaliar o grau de alinhamento entre as Ferramentas da Manufatura Enxuta e Indicadores de Desempenho.

Etapa 3: Desenvolvimento do Método de Avaliação:

O desenvolvimento do método apóia-se nas seguintes sub-etapas:

Sub-Etapa 3.1.: Definição dos Indicadores de Desempenho:

Após revisão da Literatura foram selecionados cinco indicadores que são mundialmente conhecidos e foram definidos por Slack; Chambers; Johnston (2009), e também são citados por Correa; Correa (2010), sendo eles:

- Qualidade;
- Custos;
- Flexibilidade;
- Velocidade;
- Confiabilidade;

Sub-Etapa 3.2.: Definição das Ferramentas da Manufatura Enxuta:

Conforme citado por Parveen; Rao; Kumar (2011) e também baseado na experiência do próprio autor, as ferramentas selecionadas para esse trabalho, são as mais utilizadas pelas empresas de classe mundial e portanto foram selecionadas:

- *Just in Time*;
- 5S / Organização e Limpeza;
- DMAIC / 6 Sigma;

- *Kanban* / Produção Puxada;
- VSM / Cadeia de Valor;
- Troca rápida / SMED;
- *Jidoka* / *Poka Yoke*;
- Balanceamento de Linha / *Tempo Takt*;
- QFD / FMEA;
- MPT / OEE;

Apesar das ferramentas DMAIC / 6 Sigma terem a sua origem nos programas de melhoria da qualidade, as mesmas foram incorporadas na definição da Sub-Etapa 3.2, pois essas ferramentas são muito utilizadas nas empresas em geral.

Sub-Etapa 3.3.: Definição da Escala para Avaliar/Classificar o Grau de Alinhamento:

Para se avaliar o grau de alinhamento entre as ferramentas da Manufatura Enxuta e os Indicadores de Desempenho, foram definidas 5 (cinco) categorias:

- Categoria 1: Ferramenta “X” da Manufatura Enxuta tem **muito baixa relevância** para o Indicador “X”
- Categoria 2: Ferramenta “X” da Manufatura Enxuta tem **baixa relevância** para o Indicador “X”.
- Categoria 3: Ferramenta “X” da Manufatura Enxuta tem **neutra relevância** para o Indicador “X”.
- Categoria 4: Ferramenta “X” da Manufatura Enxuta tem **alta relevância** para o Indicador “X”.
- Categoria 5: Ferramenta “X” da Manufatura Enxuta tem **muito alta relevância** para o Indicador “X”.

A avaliação do grau de alinhamento é feita com base na frequência de ocorrências de respostas, nas categorias 4 (alta relevância) e 5 (muito alta relevância) em relação ao total de respondentes em porcentagem.

Em função desse percentual classifica-se o grau de alinhamento conforme mostrado na Figura 25:

Percentual de Respostas nas Categorias 4 e 5	Grau de Alinhamento
0% a 25%	Grau de Alinhamento Baixo
26% a 50%	Grau de Alinhamento Médio
51% a 75%	Grau de Alinhamento Bom
76% a 100%	Grau de Alinhamento Ótimo

Figura 25 – Classificação do Grau de Alinhamento

Sub-Etapa 3.4.: Definição do Grau de Alinhamento Desejado:

O Grau de Alinhamento será considerado desejado sempre que a somatória das categorias 4 (alta relevância) e categoria 5 (muito alta relevância), forem maior ou igual a 51% do total, indicando a maioria, em resumo:

- Grau de Alinhamento Bom 51% a 75%
 - Grau de Alinhamento Ótimo 76% a 100%
- } → Grau de Alinhamento Desejado

Sub-Etapa 3.5.: Definição do Padrão de Referência para Avaliação dos Resultados:

Com base na Literatura sobre Ferramentas da Manufatura Enxuta e Indicadores de Desempenho e considerando ainda que cada ferramenta foi desenvolvida com um objetivo primordial de melhoria de resultados específicos, se estabelece então um Padrão de Referência para o Grau de Alinhamento desejado (bom e/ou ótimo). Estabelecido esse Padrão de Referência, pode-se então avaliar através da comparação com os resultados obtidos, quais são as diferenças entre o Padrão de Referência e os resultados encontrados. Essa

comparação apresentará as lacunas que existem entre o objetivo ideal do Grau de Alinhamento Desejado e a situação atual. No quadro da Figura 26, pode-se verificar o Padrão de Referência que será utilizado na avaliação dos resultados.

		Just in Time	5S / Organização e Limpeza	DMAIC / 6 Sigma	Jidoka / Poka Yoke	QFD / FMEA	Kanban / Produção Puxada	VSM / Cadeia de Valor	Troca Rápida / SMED	Balanceamento Linha / Tempo Takt	MPT / OEE
Qualidade		X	X	X	X						X
Custos	X					X	X		X		
Flexibilidade						X		X			
Velocidade							X	X			
Confiabilidade	X							X	X		X

Figura 26: Padrão de Referência para Avaliação dos Resultados

Esse Padrão de Referência foi definido após análise individual de cada ferramenta e os seus objetivos principais, além disso, o autor discutiu esses conceitos com profissionais da Academia e da Indústria, para a definição final.

Sub-Etapa 3.6. Elaboração de uma Matriz de correlação:

Para condensação dos dados que serão extraídos da pesquisa, optou-se pela criação de uma matriz de correlação conforme apresentado na Figura 27.

Sub-Etapa 3.7. Discussão com Profissionais da Academia / Indústria:

Após a elaboração da matriz de correlação é realizada a discussão do método de avaliação com profissionais da academia e da indústria que atuam na área.

Sub-Etapa 3.8. Incorporação de Sugestões:

Após a discussão com profissionais da academia e da indústria se incorpora ao método as sugestões que foram apresentadas.

Sub-Etapa 3.9. Método de Avaliação:

Após incorporação das sugestões o método de avaliação está definido.

Indicadores de desempenho		Matriz de Correlação									
		Indicadores de Desempenho X Ferramentas da Manufatura Enxuta									
		Just in Time	5S / Organização e Limpeza	DMAIC / 6 Sigma	Jidoka / Poka Yoke	QFD / FMEA	Kanban / Produção Puxada	VSM / Cadeia de Valor	Troca rápido / SMED	Balanceamento de linha / Tempo Takt	MpT / OEE
Qualidade	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Custos	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Flexibilidade	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Velocidade	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Confiabilidade	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Somatória											
		1	2	3	4	5					
		MUITO BAIXA RELEVÂNCIA	BAIXA RELEVÂNCIA	NEUTRA RELEVÂNCIA	ALTA RELEVÂNCIA	MUITO ALTA RELEVÂNCIA					

Figura 27 – Modelo de Matriz de Correlação

Etapa 4: Estudo de Caso:

O estudo de caso é um trabalho de caráter empírico, Miguel (2007), que investiga um dado fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo. O estudo de caso dessa etapa segue um fluxograma de atividades definidas conforme mostra a Figura 28.

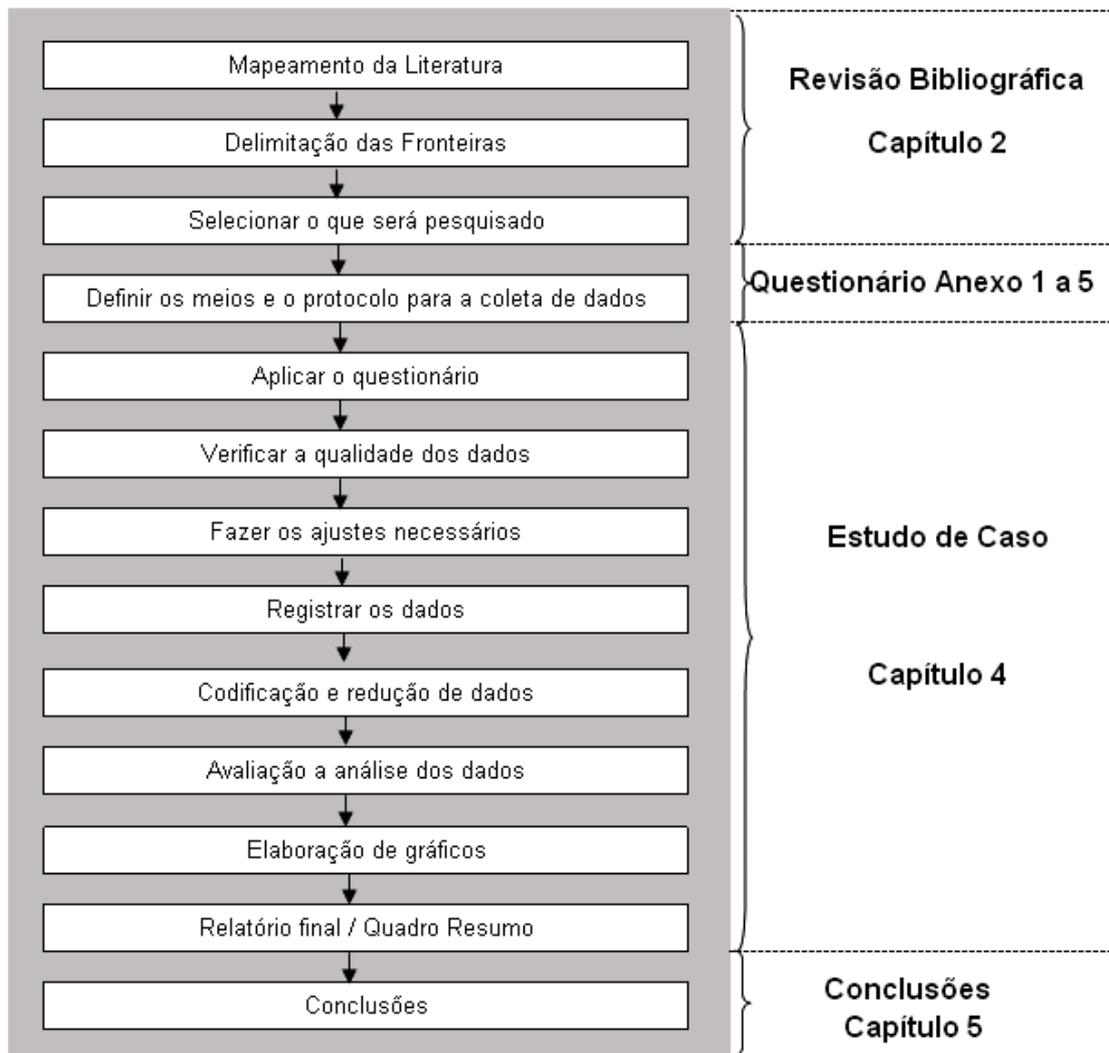


Figura 28 – Fluxograma de atividades

Nessa etapa do método, é feita uma revisão bibliográfica que consta no Capítulo 2 e também é aplicado o questionário que consta nos anexos 1 a 5. As atividades seguintes fazem parte do Estudo de Caso que é apresentado no Capítulo 4 e por fim a última atividade refere-se as conclusões que estão apresentadas no Capítulo 5.

4. ESTUDO DE CASO

4.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa onde foi realizado o estudo de caso é uma empresa multinacional de origem alemã, fabricante de peças e sistemas para toda a cadeia automobilística e possui o seu parque fabril bem como suas áreas de engenharia de aplicação, vendas e administração todas localizadas numa mesma área na cidade de Sorocaba, estado de São Paulo há mais de 50 anos.

A empresa é líder de mercado, atuando nas áreas automotiva, industrial, aeroespacial e mercado de reposição.

A sua estrutura, de acordo com o site <http://www.schaeffler.com.br> se divide em 3 segmentos:

✓ **Automotivo**

Produtos para motores, transmissões e chassi : A empresa desenvolve, fabrica e fornece produtos e soluções em sistemas de motores, transmissões e chassi projetados para o futuro. É o resultado do trabalho que a empresa mantém como fornecedora e parceira de engenharia de praticamente todas as montadoras.

✓ **Industrial**

A mais ampla gama de produtos do setor: Com uma ampla gama de produtos compreendendo aproximadamente 40.000 produtos de catálogo, bem como inúmeros desenhos especiais, a Divisão Industrial tem o leque de produtos mais abrangente do setor, sendo um renomado e confiável parceiro da indústria em todo mundo. O espectro de soluções em rolamentos entende-se de rolamentos rotativos e lineares, incluindo tribologia, à integração de sensores, acionamentos e controles.

✓ **Aeroespacial**

As marcas FAG e Barden do grupo, são sinônimos de desenvolvimento e fabricação de rolamentos especiais para a aviação e aplicações aeroespaciais. Esses rolamentos contribuem para garantir que os aviões comerciais sejam o meio de transporte mais seguro existente. Praticamente todos os aviões modernos utilizam rolamentos com tecnologia FAG.

Obs.: Para esse mercado a empresa não possui produção própria no Brasil, o atendimento é feito com itens importados.

4.2. A MANUFATURA ENXUTA NA EMPRESA

A empresa começou um trabalho de melhoria contínua no chão-de-fábrica em 1998, com os programas *kaizen* de uma semana. Com o passar dos anos, ela foi desenvolvendo e aprimorando esse programa e aplicando cada vez mais as Ferramentas da Manufatura Enxuta, muitas vezes sem conhecer exatamente o que cada uma dessas ferramentas podem trazer de melhoria para os seus processos, porém ela continua utilizando e aprimorando cada vez mais a aplicação das mesmas.

A partir do ano de 2006, a empresa considerando que já aplicava várias Ferramentas da Manufatura Enxuta, introduziu também a ferramenta VSM, também conhecida como Mapeamento da Cadeia de Valor, e com isso começou a fazer o mapeamento do fluxo de valor em algumas linhas de produção da empresa.

Com essa ação, os gestores da produção começaram a enxergar o fluxo por onde as peças de determinados produtos, passavam mais normalmente e então se iniciou o processo de divisão dos produtos por grupos ou famílias de produtos e os corredores de produção foram criados.

Rother; Shook (2002), definem que um corredor é o caminho mais utilizado para a fabricação de um determinado produto ou família de produtos.

Existem dois fatos que obrigaram a empresa a definir o fluxo contínuo dos seus produtos, primeiramente necessidade de se reduzir drasticamente os estoques, desde matéria prima até os produtos acabados, segundo porque a matriz alemã também estava utilizando essa ferramenta em várias fábricas do grupo, após iniciar treinamento com a *Porsche Consulting* na Alemanha.

Com o passar dos anos as ferramentas da Manufatura Enxuta estão cada vez mais presentes nos processos da empresa e esse estudo de caso objetiva avaliar através de um modelo proposto pelo autor, se essas ferramentas que estão sendo utilizadas pelos gestores da produção, estão realmente alinhadas com os Indicadores de Desempenho da empresa mundialmente, que foram definidos pelo CEO do grupo, para os anos 2012 ~2014, sendo eles:

✓ **Lucratividade**

- Objetivos:
- Aumento das vendas com crescimento da participação no mercado;
 - Aumento da lucratividade;
 - Melhora do indicador *Working Capital*;

✓ **Zero Defeitos**

- Objetivos:
- Redução das reclamações de clientes;
 - Redução dos custos de falhas externas;
 - Confiabilidade na entrega de produtos;

✓ **Velocidade e Tempo de Resposta**

- Objetivos:
- Redução do tempo de atravessamento da cadeia de valor agregado;
 - Redução do tempo de atravessamento dos processos de produção;

✓ **Satisfação dos Funcionários**

- Objetivos:
- Redução do absenteísmo dos trabalhadores;
 - Retenção de talentos;
 - Qualificação dos funcionários;

✓ **Desenvolvimento Global**

Objetivos: - Produzir na região para a região;

A Figura 29 apresenta a correlação entre os objetivos globais da empresa e os Indicadores de Desempenho definidos no Capítulo 3. Nessa Figura a letra “X” indica que existe correlação entre os objetivos da empresa e os Indicadores de Desempenho.

	Qualidade	Custos	Flexibilidade	Velocidade	Confiabilidade
► Lucratividade com Qualidade					
Objetivos					
● Aumento das vendas	X	X	X	X	X
● Aumento da lucratividade.....	X	X			
● Melhora do indicador <i>Working Capital</i>		X	X	X	X
► Zero Defeito					
Objetivos					
● Redução das reclamações de clientes.....	X	X		X	X
● Redução dos custos de falhas externas.....	X	X			
● Confiabilidade da entrega de produtos.....			X	X	X
► Velocidade e Tempo de Resposta					
Objetivos					
● Redução do tempo de atravessamento da cadeia de valor agregado.....		X	X	X	X
● Redução do tempo de atravessamento dos processos de produção.....		X	X	X	X
► Satisfação dos Funcionários					
Objetivos					
● Redução do absenteísmo dos trabalhadores.....	X	X		X	X
● Retenção de talentos	X	X			
● Qualificação dos funcionários.....	X	X			
► Desenvolvimento Global					
Objetivos					
● Produzir na região para a região.....			X	X	X

Figura 29: Correlação Objetivos CEO x Indicadores Slack

4.3. PLANEJAMENTO DO ESTUDO DE CASO

Para a realização do estudo de caso, foi escolhida a área de manufatura da empresa, pois é nessa área que os conceitos da manufatura enxuta mais são aplicados, além de ser uma área que sempre foi regida por indicadores de desempenho, portanto a aplicabilidade da pesquisa se justifica.

Essa área possui um total de 76 funcionários em cargos de comando, que foram selecionados inicialmente para participarem desta pesquisa. Desse total 60 funcionários participaram da pesquisa, representando 80% do contingente de todos os cargos de comando da área de Manufatura.

A diferença de 16 funcionários se deu pelo fato de pessoas estarem em férias ou afastadas por algum outro motivo.

Esses funcionários atuam nas seguintes áreas da empresa:

- Produção;
- Manutenção;
- Qualidade;
- Logística;
- Melhoria Contínua;
- Ferramentaria;
- Engenharia de Processos;

Para se minimizar o risco de um julgamento inadequado, a pesquisa foi realizada com praticamente todos os gestores da área de manufatura da empresa, que ocupam os seguintes cargos:

Nível	Qtde. de entrevistados
Gerencial	10
Chefia	15

Supervisão	30
Coordenação	05

Para a coleta dos dados, foi estruturada uma matriz (Anexo 5) onde no eixo vertical temos os indicadores de desempenho da produção:

- Qualidade;
- Custos;
- Flexibilidade;
- Velocidade;
- Confiabilidade;

No eixo horizontal estão as ferramentas da Manufatura Enxuta:

- *Just in Time*;
- 5S / Organização e Limpeza;
- DMAIC / 6 Sigma;
- *Kanban* / Produção Puxada;
- VSM / Cadeia de Valor;
- Troca Rápida / SMED;
- *Jidoka* / *PokaYoke*;
- Balanceamento de Linha / *Tempo Takt*;
- QFD / FMEA;
- MPT / OEE;

Para fazer a correlação, o entrevistado deve atribuir pontos de um a cinco, de acordo com o Grau de Alinhamento que ele julgar mais apropriado, sendo:

- | | | |
|----------|---|------------------------|
| 1 ponto | > | muito baixa relevância |
| 2 pontos | > | baixa relevância |

- 3 pontos > neutra relevância
- 4 pontos > alta relevância
- 5 pontos > muito alta relevância

Não é permitido ao entrevistado atribuir mais de uma vez a mesma pontuação para um mesmo indicador de desempenho, portanto a repetição de uma mesma pontuação invalida os dados desse entrevistado.

O protocolo da pesquisa é constituído de sete páginas, contendo os seguintes itens:

- Nome do Projeto da Pesquisa/ Questionário (Apêndice 1);
- Dados do entrevistado (Apêndice 2);
- Explicação sobre Indicadores de Desempenho (Apêndice 3);
- Explicação sobre as Ferramentas da Manufatura Enxuta (Apêndice 4);
- Matriz para preenchimento dos dados (Apêndice 5);

4.4. COLETA DOS DADOS

O procedimento para a coleta dos dados da pesquisa se deu através de entrevistas que foram feitas com cinco grupos de aproximadamente doze pessoas, pois em função dos horários de trabalho e disponibilidade, não foi possível fazer todos ao mesmo tempo e também em função do elevado número de pessoas envolvidas na pesquisa, não haveria tempo hábil para fazê-la individualmente.

Foi realizada uma apresentação, utilizando o material do protocolo da pesquisa, a fim de se garantir que todos os entrevistados tiveram os esclarecimentos necessários, visando se obter total imparcialidade nos dados. Essa explicação teve uma duração de aproximadamente quinze minutos e na

seqüência os entrevistados tiveram mais quinze minutos para preenchimento dos dados.

Durante a explicação houveram perguntas por parte dos entrevistados, que com certeza contribuíram com o esclarecimento.

Na aplicação do questionário para o primeiro grupo de quinze pessoas, foi avaliada a aplicabilidade do questionário e a qualidade dos dados obtidos, servindo portanto como um teste piloto.

De acordo com Miguel (2007) é importante que os entrevistados tenham clareza do objetivo e da importância da pesquisa e que o entrevistador assuma o caráter de confidencialidade dos dados coletados.

Também foi explicado a todos os participantes da pesquisa, que o objetivo nesse momento era de se testar se o modelo proposto pode ser utilizado como uma ferramenta para avaliação e aplicação, portanto não se está avaliando nesse momento se essas ferramentas da Manufatura Enxuta são as mais ou as menos indicadas para a empresa naquele momento.

4.5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Após a fase da coleta dos dados, inicia-se a etapa de análise dos dados. Nessa fase, a primeira etapa a ser realizada foi a verificação da qualidade dos dados que foram preenchidos, após a fase de coleta.

Para tal ação, foi feita uma leitura de todas as folhas para se verificar se as mesmas foram preenchidas e para se apurar se alguma informação ficou faltando bem como se todos os entrevistados seguiram o que foi solicitado no protocolo de pesquisa.

Nessa avaliação se constatou que quatro pessoas não preencheram corretamente os dados, pois houve repetição da pontuação (nível de relevância) para um mesmo indicador de desempenho, o que não é permitido

de acordo com o protocolo da pesquisa, portanto, esses resultados foram invalidados e uma nova pesquisa foi solicitada à essas quatro pessoas, após nova explicação.

Após revisão desses dados, os novos resultados foram avaliados e se constatou que estavam corretos, com isso se deu início à fase de tabulação dos dados coletados, que foram transferidos para uma planilha Excel.

De acordo com Miguel (2007), durante a fase de análise dos dados, uma das práticas que deve ser adotada é a codificação, que será o primeiro passo para a redução dos dados. Essa codificação não responde as questões da pesquisa, mas são fios condutores para tal.

A Figura 30 apresenta as codificações que foram criadas para facilitar a análise dos dados:

Cargo / Nível Hierárquico	Área	Nível de Escolaridade
G - Gerente	PR - Produção	PG - Pós Graduação
CH - Chefe	QS - Qualidade	SP - Superior Completo
S - Supervisor	MN - Manutenção	TO - Tecnólogo
C - Coordenador	MC - Melhoria Contínua	TE - Técnico 2º Grau
	LO - Logística	CO - 2º Grau Completo
	EP - Engª Processos	

Figura 30 – Codificação dos Dados da Pesquisa

Com essas codificações, algumas análises foram feitas e estão apresentadas na sequência:

- **Cargo / Nível Hierárquico dos Entrevistados**

Conforme apresentado na Figura 31, pode-se observar que todos os entrevistados possuem nível hierárquico de comando.

Cargo / Nível Hierárquico dos Entrevistados	Participação
G - Gerente	17%
CH - Chefe	25%
S - Supervisor	50%
C - Coordenador	8%

Figura 31 – Resumo dos Cargos / Nível Hierárquico dos Entrevistados

Para se facilitar a visualização dos cargos/nível hierárquico dos entrevistados, observa-se na Figura 32 os mesmo dados, porém no modelo de “*gráfico de pizza*”, onde se observa que 50% dos entrevistados possuem nível de supervisão, ou seja, são os funcionários que atuam diretamente no chão-de-fábrica nos diversos turnos de trabalho, portanto são pessoas que trabalham no dia a dia com as Ferramentas da Manufatura Enxuta. Os outros 50% estão distribuídos entre os cargos de Gerente, Chefe e Coordenadores.

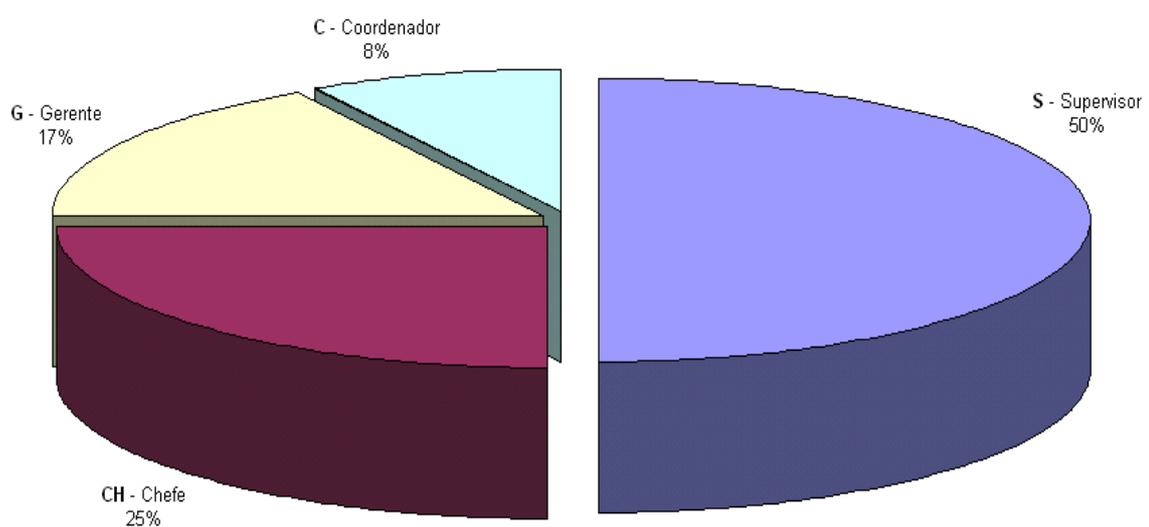


Figura 32 – Gráfico dos cargos/ nível hierárquico dos entrevistados.

• Área de Atuação dos Entrevistados

Conforme se observa no “*gráfico de pizza*” da Figura 33 a maioria dos entrevistados, ou seja, 53% são da área de produção, pois o maior contingente de pessoas ligadas à manufatura são oriundas da produção. Por outro lado, a área de melhoria contínua com apenas uma pessoa participando da pesquisa, possui uma participação de apenas 2% do total de entrevistados. As demais áreas estão distribuídas no restante e observa-se um equilíbrio de 5% entre as áreas de manutenção e engenharia de processo.

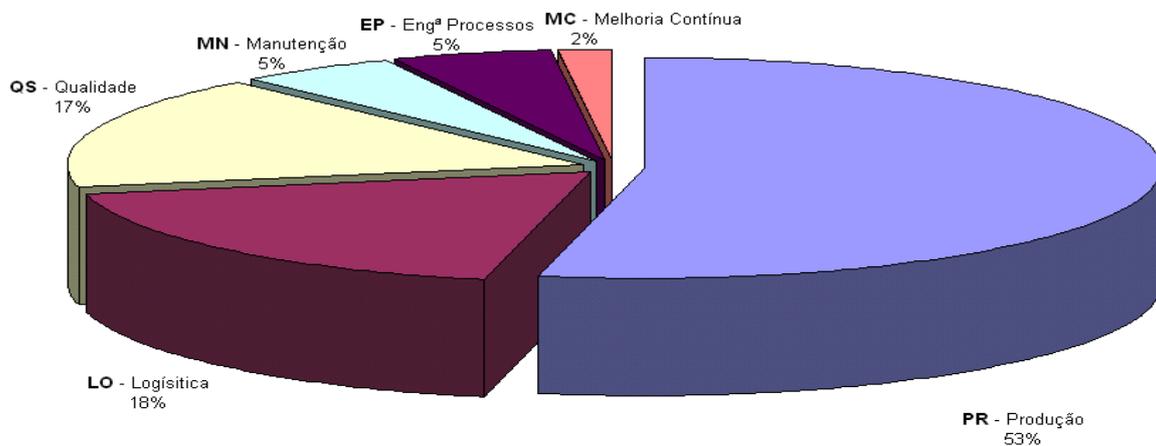


Figura 33– Gráfico Área de Atuação dos Entrevistados

- **Nível de Escolaridade / Formação dos Entrevistados**

De acordo com a Figura 34 verifica-se que além de se ter a grande maioria dos funcionários com nível superior e/ou pós-graduados, também se verifica que apenas 2% dos entrevistados possuem somente 2º grau completo. Isso demonstra que as pessoas que trabalham na área de manufatura possuem um bom nível de formação.

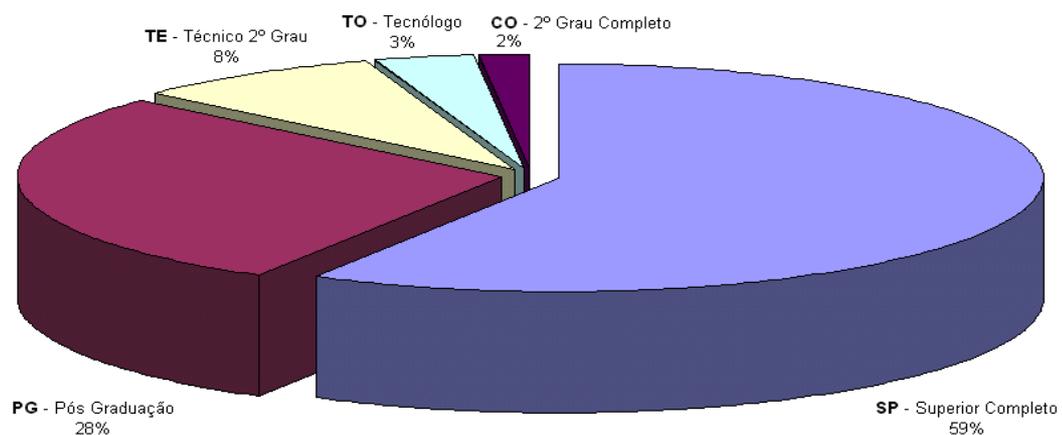


Figura 34 – Gráfico do Nível de Escolaridade / Formação dos Entrevistados

Após avaliação dos dados referentes ao perfil dos entrevistados, foi feita uma somatória dos pontos atribuídos pelos entrevistados.

A Figura 35 apresenta a quantidade de pontos que foi atribuída a cada indicador de desempenho, de acordo com os dados levantados na pesquisa.

Portanto através desta, é possível visualizar e extrair informações que são de grande importância para as conclusões que serão geradas.

Para facilitar a análise desses dados, essa tabela foi separada de acordo com os indicadores de desempenho que foram pré-estabelecidos:

- Qualidade;
- Custos;
- Flexibilidade;
- Velocidade;
- Confiabilidade;

A última linha mostra a soma de todos os pontos, atribuídos a cada ferramenta da Manufatura Enxuta. Para verificar se ocorreram erros de digitação, essa soma deve ter um total de 300 pontos

Matriz de Correlação													
Indicadores de Desempenho X Ferramentas da Manufatura Enxuta													
Indicadores de desempenho		Ferramentas da Manufatura Enxuta											
		Just in Time	5S / Organização e Limpeza	DMAI/C / 6 Sigma	Jidoka / Poka Yoke	QFD / FMEA	Kanban / Produção Puxada	VSM / Cadeia de Valor	Troca rápido / SMED	Balaceamento de linha / Tempo Takt	MPT / OEE		
Qualidade	1	25	1	2	0	1	31	31	28	29	14		
	2	22	1	3	0	0	17	10	26	19	14		
	3	7	2	5	1	1	7	10	4	6	15		
	4	3	5	13	4	10	5	8	2	5	12		
	5	3	51	37	55	48	0	1	0	1	5		
Custos	1	17	19	5	20	8	9	3	8	10	14		
	2	18	14	4	11	4	17	9	17	14	6		
	3	7	15	18	13	22	9	6	22	17	11		
	4	7	12	18	16	23	10	12	8	7	11		
	5	11	0	15	0	3	15	30	5	12	18		
Flexibilidade	1	10	22	26	24	18	13	10	3	4	18		
	2	8	15	21	21	32	7	10	2	11	20		
	3	19	10	8	12	8	15	16	10	14	10		
	4	14	10	3	3	2	10	14	20	19	6		
	5	9	3	2	0	0	15	10	25	12	6		
Velocidade	1	0	7	23	15	29	2	8	0	3	9		
	2	6	22	20	21	16	7	12	0	2	13		
	3	17	19	12	18	13	11	14	5	11	13		
	4	20	8	5	5	2	22	10	25	18	17		
	5	17	4	0	1	0	18	16	30	26	8		
Confiabilidade	1	8	11	4	1	4	5	8	21	14	5		
	2	6	8	12	7	8	12	19	15	14	7		
	3	10	14	17	16	16	18	14	19	12	11		
	4	16	25	21	32	23	13	16	5	11	14		
	5	20	2	6	4	9	12	3	0	9	23		
Somatória		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	0	
<p>1 MUITO BAIXA RELEVÂNCIA 2 BAIXA RELEVÂNCIA 3 NEUTRA RELEVÂNCIA</p> <p>4 ALTA RELEVÂNCIA 5 MUITO ALTA RELEVÂNCIA</p>													

Figura 35 – Resumo da pontuação

- **Grau de Alinhamento entre o Indicador Qualidade x Ferramentas da Manufatura Enxuta**

No gráfico da Figura 36, pode-se verificar o grau de alinhamento de cada ferramenta da Manufatura Enxuta para o indicador qualidade.

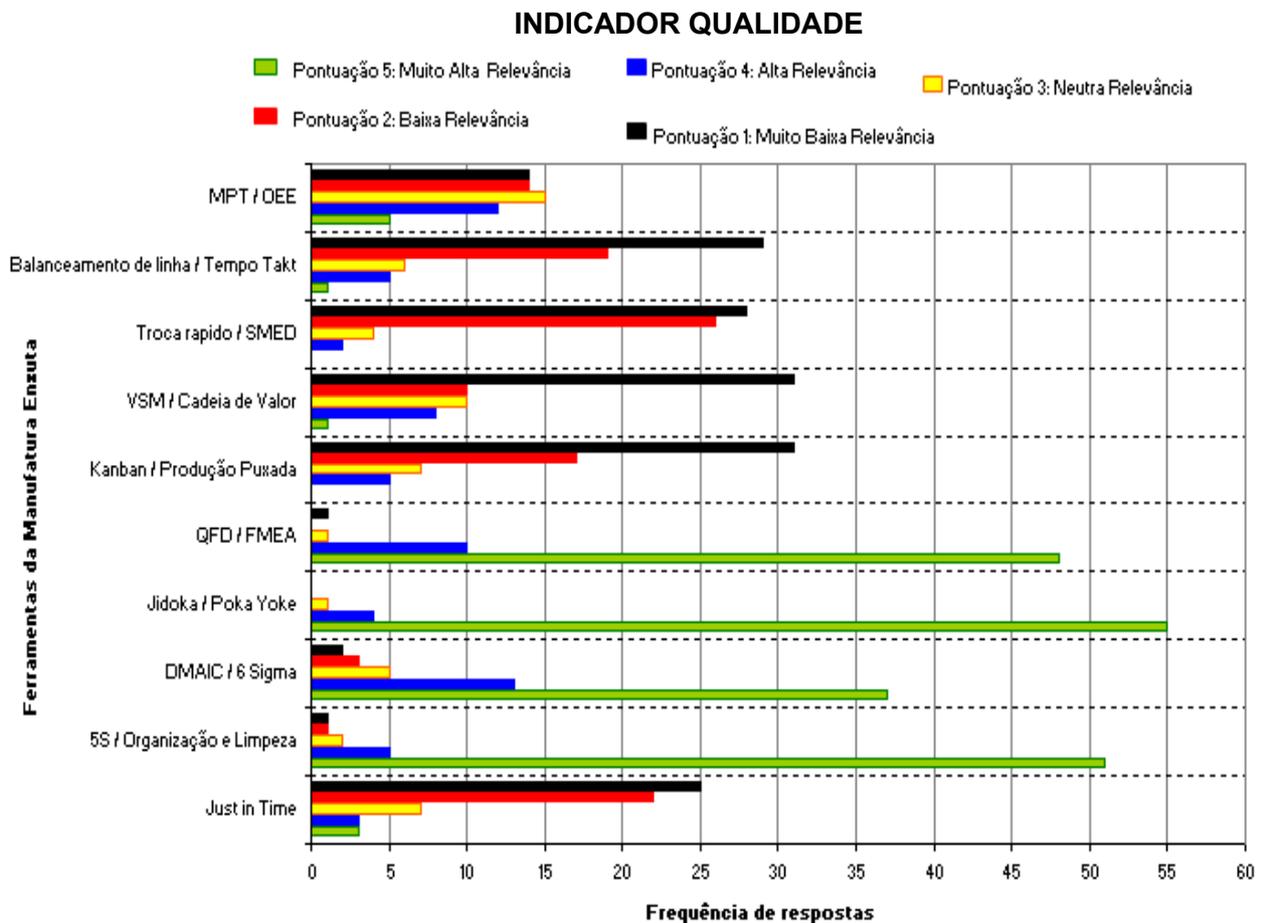


Figura 36 – Grau de Alinhamento para o Indicador Qualidade

Nesse gráfico da Figura 36 pode-se verificar a grande incidência de pontuação 5, ou seja, de relevância muito alta e também a pontuação 4, alta relevância para as ferramentas:

- *Jidoka / Poka Yoke;*
- QFD / FMEA;
- 5S / Organização e Limpeza;
- DMAIC / 6 Sigma;

Por outro lado, observa-se um grau de relevância baixo e muito baixo para as ferramentas:

- VSM / Cadeia de Valor;

- *Kanban* / Produção Puxada;
 - Balanceamento de Linha / *Tempo Takt*;
 - Troca Rápida / SMED;
 - *Just in Time*;
 - MPT / OEE;
- **Grau de Alinhamento entre o Indicador Custos x Ferramentas da Manufatura Enxuta**

Assim como foi feito para o indicador qualidade, na Figura 37 pode-se verificar o grau de alinhamento de cada ferramenta da Manufatura Enxuta no indicador custos, através de um gráfico de barras.

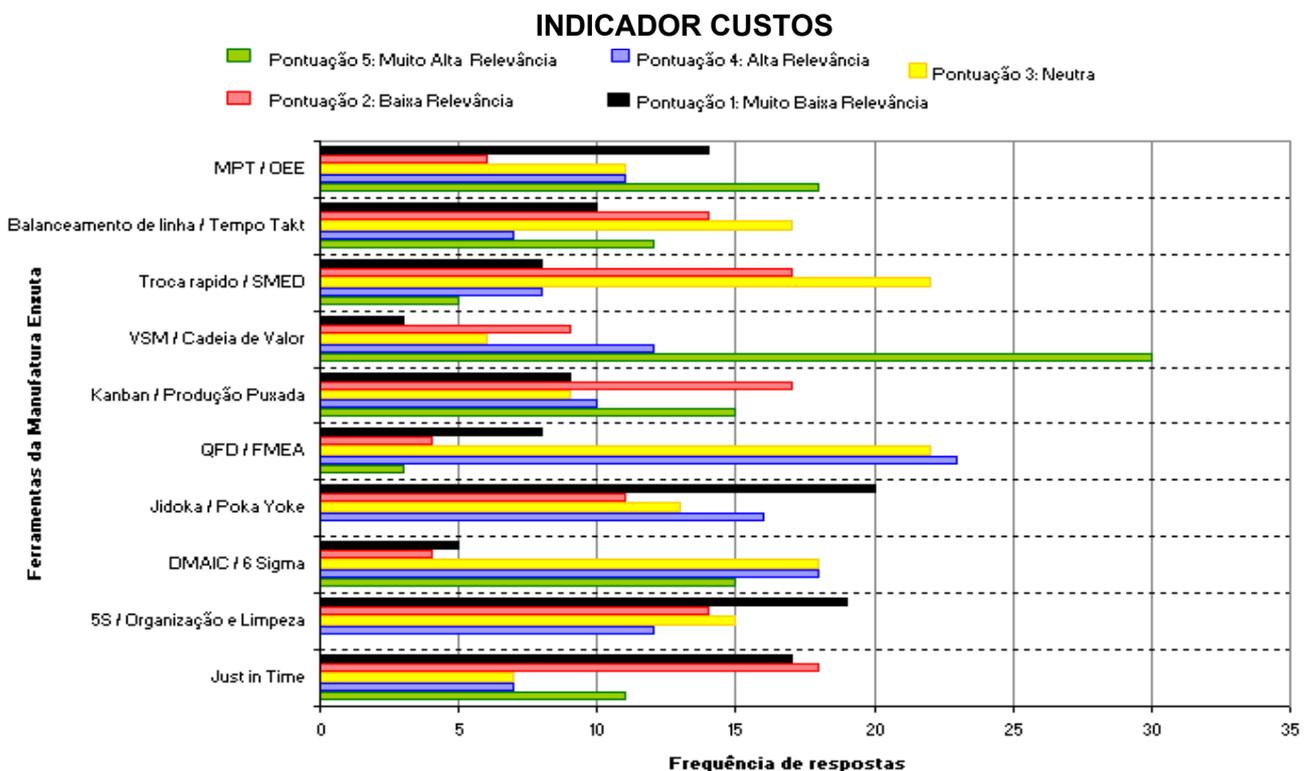


Figura 37 – Grau de Alinhamento para o Indicador Custos

No gráfico da Figura 37 pode-se verificar que existe uma grande incidência de pontuação 5, ou seja, relevância muito alta e pontuação 4, ou seja, relevância alta para as ferramentas:

- VSM / Cadeia de Valor;
- MPT / OEE;
- QFD / FMEA;
- DMAIC / 6 Sigma;

Também pode-se observar a incidência de pontuação 1, ou seja, muito baixo relevância com grande incidência para as ferramentas:

- *Jidoka / Poka Yoke*;
- 5S / Organização e Limpeza;
- *Just in time*;
- MPT / OEE;

• Grau de Alinhamento entre o Indicador Flexibilidades x Ferramentas da Manufatura Enxuta

Na Figura 38, pode-se verificar o grau de alinhamento entre o indicador flexibilidade e as ferramentas da Manufatura Enxuta, por meio do gráfico de barras:

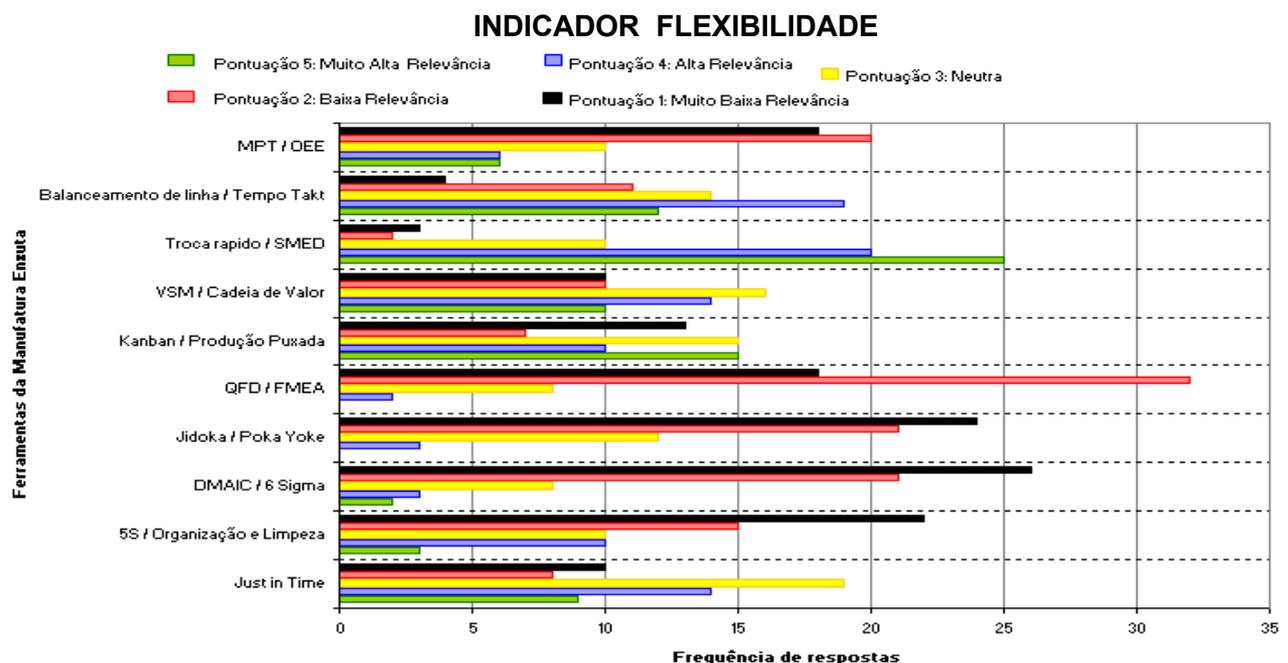


Figura 38 – Grau de Alinhamento para o Indicador Flexibilidade

- Nesse gráfico da Figura 38 pode-se observar que existe uma maior incidência da pontuação 4 e 5, respectivamente alta e muito alta relevância para as ferramentas:
- Troca Rápida / SMED;
- Balanceamento de Linha / *Tempo Takt*;

Nesse gráfico também se observa alta incidência de pontuação 1, ou seja, muito baixa relevância para as ferramentas:

- DMAIC / *6 Sigma*;
- *Jidoka / Poka Yoke*;
- 5S / Organização e Limpeza;
- QFD / FMEA;
- MPT / OEE;
- **Grau de Alinhamento entre o Indicador Velocidade x Ferramentas da Manufatura Enxuta**

Na Figura 39, pode-se verificar o grau de alinhamento entre o indicador velocidade e as ferramentas da Manufatura Enxuta.

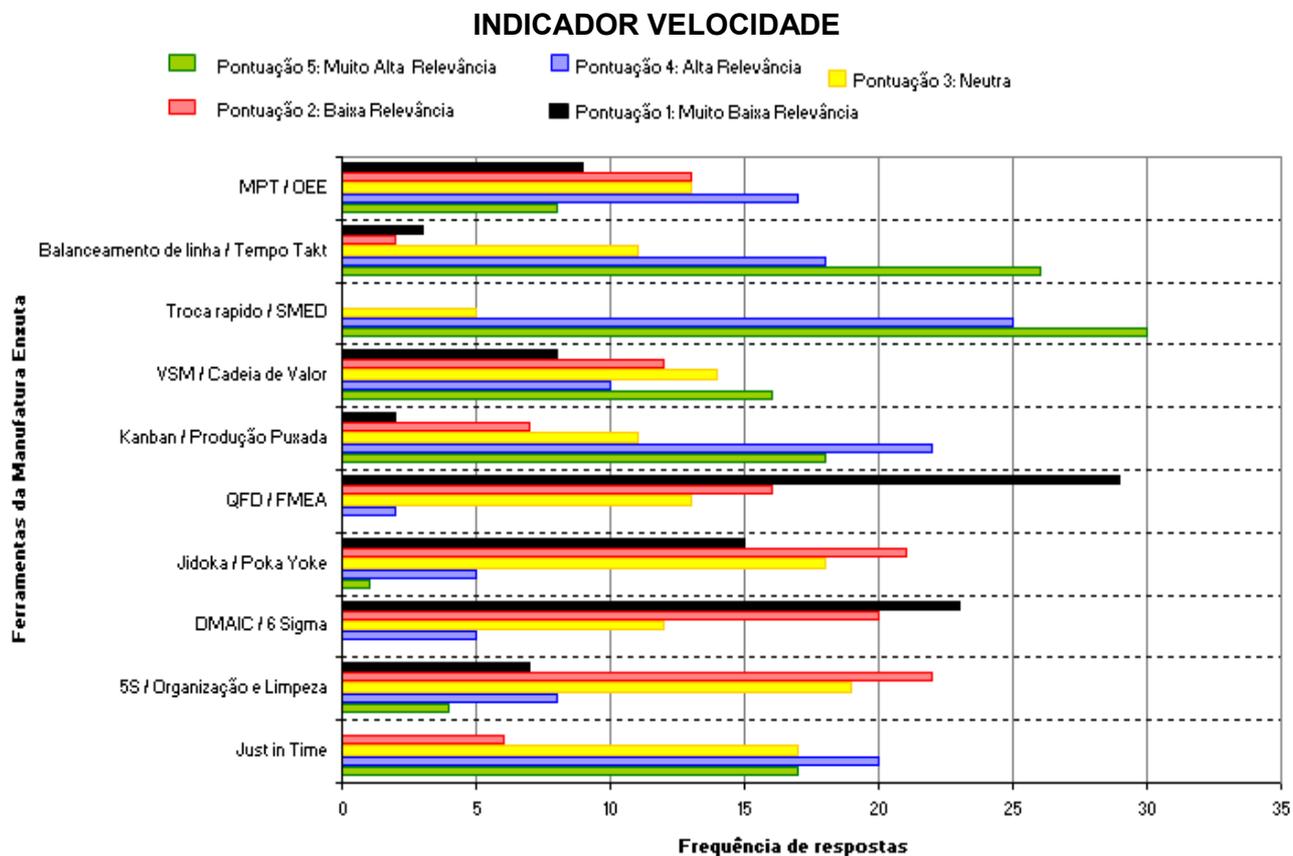


Figura 39 – Grau de Alinhamento para o Indicador Velocidade

Nesse gráfico da Figura 39 pode-se verificar que existe uma grande incidência de pontuação 4 e 5, ou seja, alta e muito alta relevância para as ferramentas:

- Troca rápida / SMED;
- Balanceamento de Linha / *Tempo Takt*;
- Kanban / Produção Puxada;
- *Just in Time*;

Por outro lado a pontuação 1, muito baixa relevância e pontuação 2, baixa relevância, apareceram com grande incidência nas ferramentas:

- QFD / FMEA;
- DMAIC / 6 *Sigma*;
- *Jidoka / Poka Yoke*;

- **Grau de Alinhamento entre o Indicador Confiabilidade x Ferramentas da Manufatura Enxuta**

Na Figura 40, pode-se verificar o grau de alinhamento entre o indicador confiabilidade e as ferramentas da Manufatura Enxuta.

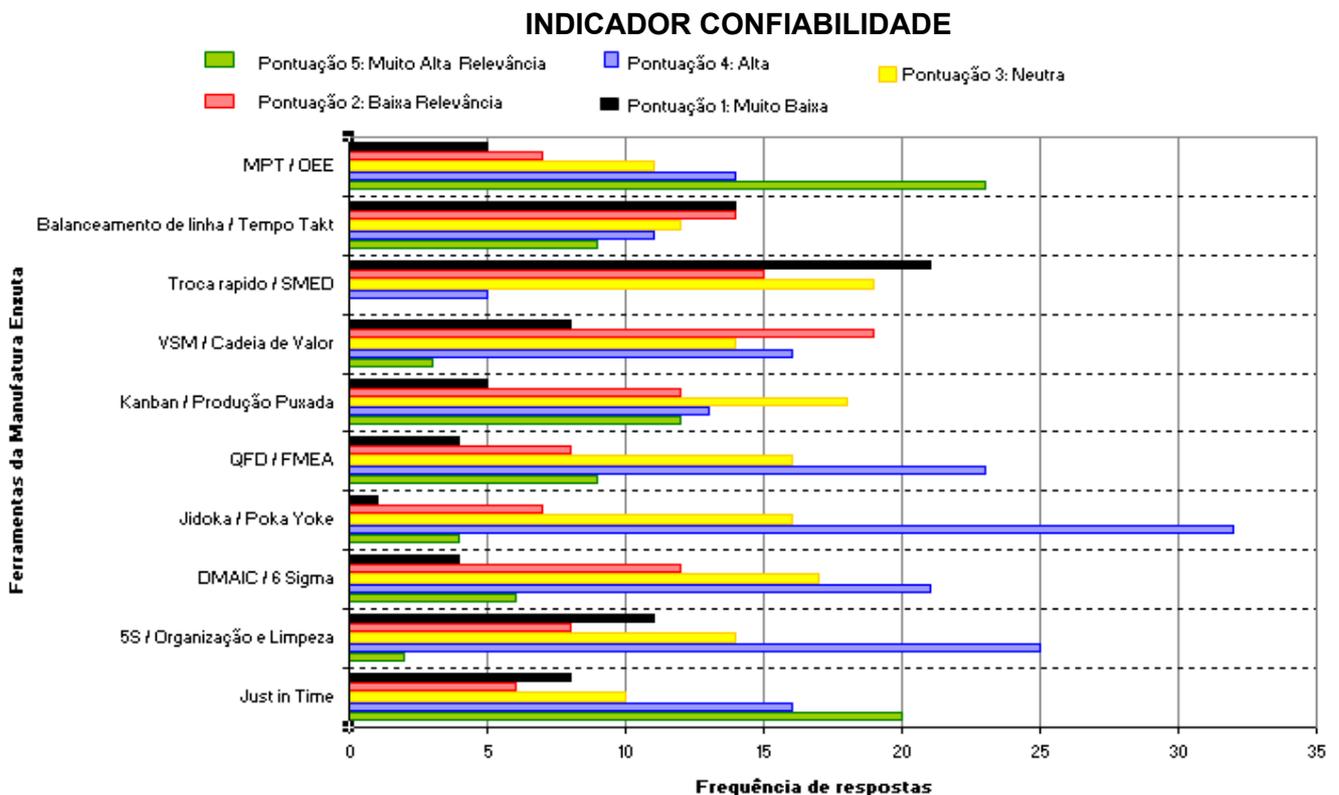


Figura 40 – Grau de Alinhamento para o Indicador Confiabilidade

Nesse gráfico da Figura 40 pode-se verificar que existe uma alta incidência de pontuação 4 e 5, ou seja, alta e muito alta relevância para as ferramentas:

- MPT / OEE;
- *Just in time*;
- *Jidoka / Poka Yoke*;
- QFD / FMEA;
- DMAIC / 6 Sigma;
- 5S / Organização e Limpeza;

Por outro lado a incidência de pontuação 1 e 2, ou seja, muito baixa e baixa relevância e bem acentuada nas ferramentas:

- Balanceamento de Linha / *Tempo Takt*;
- Troca Rápida / SMED;

4.6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

O objetivo desta etapa do trabalho é avaliar o quanto o método proposto pode ser utilizado como uma ferramenta de apoio à tomada de decisão pelos gestores da manufatura, em empresas que utilizam as Ferramentas da Manufatura Enxuta. Como já foi citado nos capítulos anteriores, a grande maioria das empresas que implementam programas da Manufatura Enxuta, assim o fazem sem ter a exata certeza de que esse programa está totalmente alinhado com os objetivos de desempenho da corporação, em muitos casos a maioria das ações são espontâneas e pontuais, ou seja, são muito mais influenciadas pelos gestores das áreas que acabam olhando apenas para a área de sua competência e não para um plano global de metas que devem estar alinhadas com a situação atual que a empresa está vivendo.

De acordo com a definição do Capítulo 3, Sub-Etapa 3.3. o Grau de Alinhamento pode ser:

- Grau de Alinhamento Baixo;
 - Grau de Alinhamento Médio;
 - Grau de Alinhamento Bom;
 - Grau de Alinhamento Ótimo;
- Grau de Alinhamento desejado**

O Grau de Alinhamento desejado, também já definido no Capítulo 3, Sub-Etapa 3.4., será considerado toda vez que a somatória das categorias 4 (alta relevância) e categoria 5 (muito alta relevância) forem maior ou igual a 51% do

total, portanto o Grau de Alinhamento desejado é atribuído ao Grau Bom e/ou Ótimo.

Para identificação do Grau de Alinhamento desejado, selecionou-se por ordem decrescente as ferramentas mais indicadas para cada indicador, sendo elas:

- **Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Qualidade**

A análise dos dados mostra que para alavancar o Indicador Qualidade deve-se incrementar prioritariamente o uso das Ferramentas da Manufatura Enxuta de grau ótimo e/ou bom, conforme apresentado no quadro da Figura 41.

Esse quadro apresenta na coluna 1 as Ferramentas para a Qualidade, na coluna 2 o resultado das pontuações 4 e 5 da Figura 35, na coluna 3 a somatória da pontuação 4 e 5, na coluna 4 o percentual em relação ao total máximo de pontos possível (nesse estudo de caso é 60 pontos) e na coluna 5 o Grau de Alinhamento alcançado.

Ferramentas para Qualidade	Pontuação		Σ	P	Grau
	(4)	(5)			
<i>Jidoka / Poka Yoke</i>	4	55	59	98%	Ótimo
QFD / FMEA	10	48	58	97%	Ótimo
5S / Organização e Limpeza	5	51	56	93%	Ótimo
DMAIC / 6 Sigma	13	37	50	83%	Ótimo
MPT / OEE	12	5	17	28%	Médio
VSM / Cadeia de Valor	8	1	9	15%	Baixo
<i>Just in Time</i>	3	3	6	10%	Baixo
Balanceamento de Linha / <i>Tempo Takt</i>	5	1	6	10%	Baixo
<i>Kanban</i> / Produção Puxada	5	0	5	8%	Baixo
Troca Rápida / SMED	2	0	2	3%	Baixo

Figura 41: Quadro Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Qualidade

- **Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Custos**

A análise dos dados mostra que para alavancar o Indicador Custos deve-se incrementar prioritariamente o uso das Ferramentas da Manufatura Enxuta de grau ótimo e/ou bom, conforme apresentado no quadro da Figura 42.

Esse quadro apresenta na coluna 1 as Ferramentas para Custos, na coluna 2 o resultado das pontuações 4 e 5 da Figura 35, na coluna 3 a somatória da pontuação 4 e 5, na coluna 4 o percentual em relação ao total máximo de pontos possível (nesse estudo de caso é 60 pontos) e na coluna 5 o Grau de Alinhamento alcançado.

Ferramentas para Custos	Pontuação		Σ	P	Grau
	(4)	(5)			
VSM / Cadeia de Valor	12	30	42	70%	Bom
DMAIC / 6 Sigma	18	15	33	55%	Bom
MPT / OEE	11	18	29	48%	Médio
QFD / FMEA	23	3	26	43%	Médio
<i>Kanban / Produção Puxada</i>	10	15	25	42%	Médio
Balanceamento de Linha / <i>Tempo Takt</i>	7	12	19	32%	Médio
<i>Just in Time</i>	7	11	18	30%	Médio
<i>Jidoka / Poka Yoke</i>	16	0	16	27%	Médio
Troca Rápida / SMED	8	5	13	22%	Baixo
5S / Organização e Limpeza	12	0	12	20%	Baixo

Figura 42: Quadro Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Custos

- **Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Flexibilidade**

A análise dos dados mostra que para alavancar o Indicador Flexibilidade deve-se incrementar prioritariamente o uso das Ferramentas da Manufatura Enxuta de grau ideal e/ou alto, conforme apresentado no quadro da Figura 43.

Esse quadro apresenta na coluna 1 as Ferramentas para Flexibilidade, na coluna 2 o resultado das pontuações 4 e 5 da Figura 35, na coluna 3 a

somatória da pontuação 4 e 5, na coluna 4 o percentual em relação ao total máximo de pontos possível (nesse estudo de caso é 60 pontos) e na coluna 5 o Grau de Alinhamento alcançado.

Ferramentas para Flexibilidade	Pontuação		Σ	P	Grau
	(4)	(5)			
Troca Rápida / SMED	20	25	45	75%	Ótimo
Balanceamento de Linha / <i>Tempo Takt</i>	19	12	31	52%	Bom
<i>Kanban</i> / Produção Puxada	10	15	25	42%	Médio
VSM / Cadeia de Valor	14	10	24	40%	Médio
<i>Just in Time</i>	14	9	23	38%	Médio
5S / Organização e Limpeza	10	3	13	22%	Baixo
MPT / OEE	6	6	12	20%	Baixo
DMAIC / 6 <i>Sigma</i>	3	2	5	8%	Baixo
<i>Jidoka</i> / <i>Poka Yoke</i>	3	0	3	5%	Baixo
QFD / FMEA	2	0	2	3%	Baixo

Figura 43: Quadro Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Flexibilidade

- **Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Velocidade**

A análise dos dados mostra que para alavancar o Indicador Velocidade deve-se incrementar prioritariamente o uso das Ferramentas da Manufatura Enxuta de grau ótimo e/ou bom, conforme apresentado no quadro da Figura 44.

Esse quadro apresenta na coluna 1 as Ferramentas para Velocidade, na coluna 2 o resultado das pontuações 4 e 5 da Figura 35, na coluna 3 a somatória da pontuação 4 e 5, na coluna 4 o percentual em relação ao total máximo de pontos possível (nesse estudo de caso é 60 pontos) e na coluna 5 o Grau de Alinhamento alcançado.

Ferramentas para Velocidade	Pontuação		Σ	P	Grau
	(4)	(5)			
Troca Rápida / SMED	25	30	55	92%	Ótimo
Balanceamento de Linha / <i>Tempo Takt</i>	18	26	44	73%	Bom
<i>Kanban</i> / Produção Puxada	22	18	40	67%	Bom
<i>Just in Time</i>	20	17	37	62%	Bom
VSM / Cadeia de Valor	10	16	26	43%	Médio
MPT / OEE	17	8	25	42%	Médio
5S / Organização e Limpeza	8	4	12	20%	Baixo
<i>Jidoka</i> / <i>Poka Yoke</i>	5	1	6	10%	Baixo
DMAIC / 6 <i>Sigma</i>	5	0	5	8%	Baixo
QFD / FMEA	2	0	2	3%	Baixo

Figura 44: Quadro Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Velocidade

• **Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Confiabilidade**

A análise dos dados mostra que para alavancar o Indicador Confiabilidade deve-se incrementar prioritariamente o uso das Ferramentas da Manufatura Enxuta de grau ótimo e/ou bom, conforme apresentado no quadro da Figura 45.

Esse quadro apresenta na coluna 1 as Ferramentas para Confiabilidade, na coluna 2 o resultado das pontuações 4 e 5 da Figura 35, na coluna 3 a somatória da pontuação 4 e 5, na coluna 4 o percentual em relação ao total máximo de pontos possível (nesse estudo de caso é 60 pontos) e na coluna 5 o Grau de Alinhamento alcançado.

Ferramentas para Confiabilidade	Pontuação		Σ	P	Grau
	(4)	(5)			
MPT / OEE	14	23	37	62%	Bom
<i>Just in Time</i>	16	20	36	60%	Bom
<i>Jidoka / Poka Yoke</i>	32	4	36	60%	Bom
QFD / FMEA	23	9	32	53%	Bom
DMAIC / 6 Sigma	21	6	27	45%	Médio
5S / Organização e Limpeza	25	2	27	45%	Médio
<i>Kanban / Produção Puxada</i>	13	12	25	42%	Médio
Balanceamento de Linha / <i>Tempo Takt</i>	11	9	20	33%	Médio
VSM / Cadeia de Valor	16	3	19	32%	Médio
Troca Rápida / SMED	5	0	5	8%	Baixo

Figura 45: Quadro Grau de Alinhamento Desejado para o Indicador Confiabilidade

- **Visualização dos Resultados:**

A Figura 46 apresenta uma visão geral dos resultados, onde o tamanho das esferas representa a somatória da pontuação 4 e 5.

As cores utilizadas representam o Grau de Alinhamento alcançado para cada Ferramenta da Manufatura Enxuta, em cada Indicador de Desempenho, sendo elas:

- Cor Verde = Grau de Alinhamento Ótimo
- Cor Azul = Grau de Alinhamento Bom
- Cor Amarela = Grau de Alinhamento Médio
- Cor Vermelha = Grau de Alinhamento Baixo

O gráfico da Figura 46 mostra o resumo dos resultados e observa-se que nem todas as ferramentas que são utilizadas pela empresa possuem Grau de Alinhamento ótimo e/ou bom para todos os Indicadores de Desempenho, isso

confirma a hipótese nº 1 a qual diz que as empresas implementam programas de manufatura enxuta sem saberem se o programa está 100% alinhado com os indicadores de desempenho. A hipótese nº 2 também se confirma, pois essa falta de alinhamento vai exigir que esforços sejam aplicados e não se obterá as devidas compensações, podendo gerar desmotivações e perda de credibilidade.

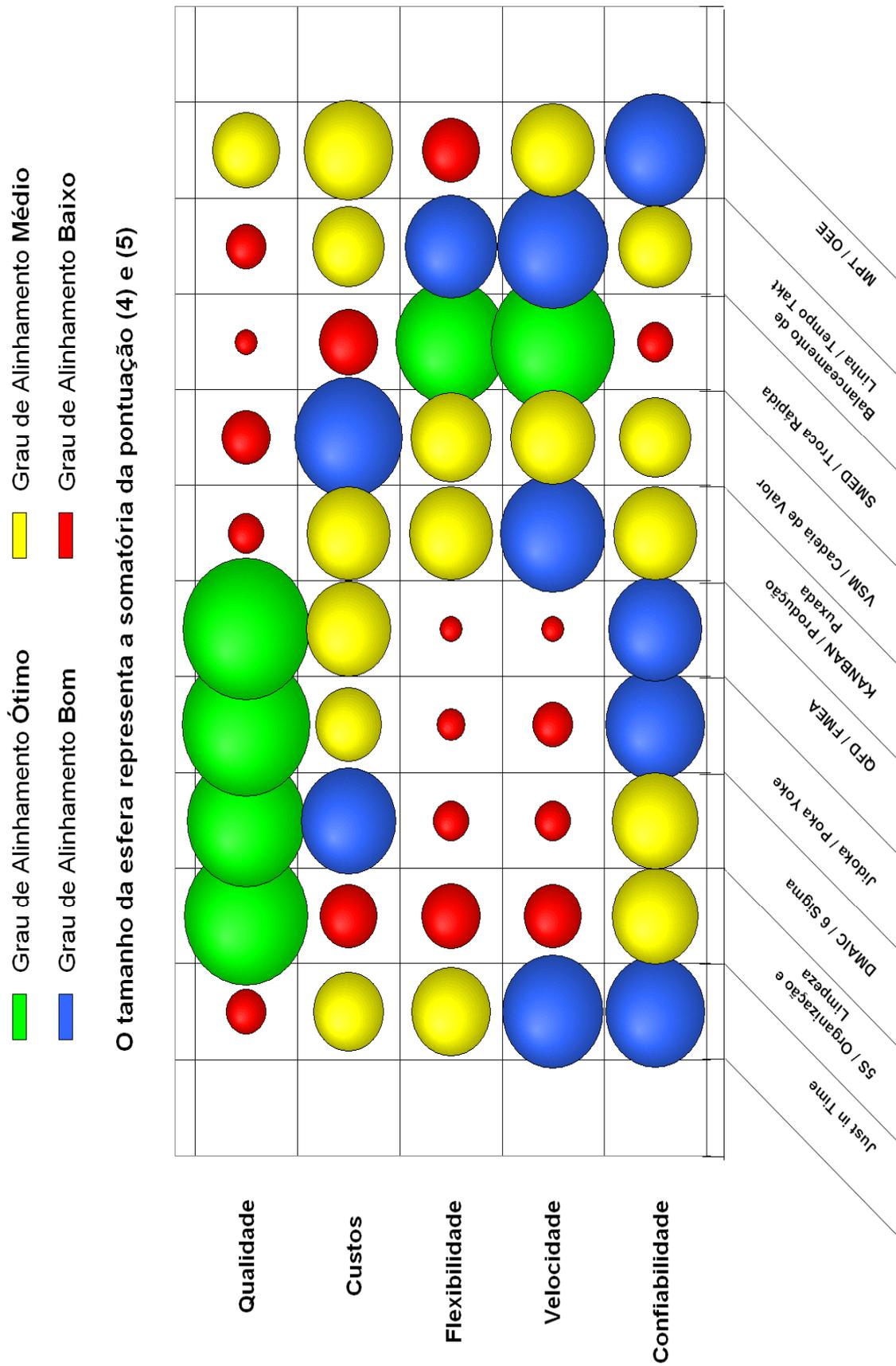


Figura 46: Resumo dos Resultados

4.7. COMPARAÇÃO ENTRE O PADRÃO DE REFERÊNCIA E OS RESULTADOS ENCONTRADOS:

Afim de se avaliar os resultados encontrados na Figura 46 faz-se a comparação dos mesmos com o Padrão de Referência que foi definido no Capítulo 3, Sub-Etapa 3.5 e os resultados estão apresentados na Figura 47:

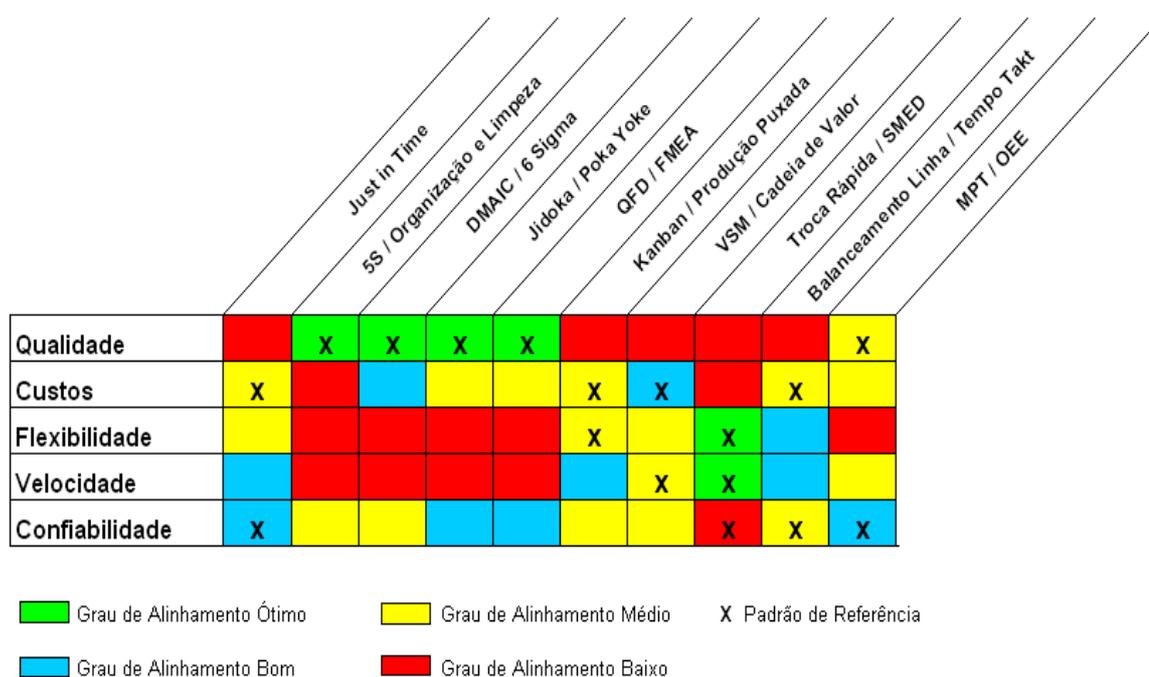


Figura 47: Comparação entre o Padrão de Referência e os Resultados Encontrados

Após essa comparação, pode-se verificar que existem diferenças entre os resultados encontrados e o Padrão de Referência.

Esses resultados já comentados no final do capítulo 4.6, confirmam as duas hipóteses que foram levantadas no capítulo 1.1. Também deve-se considerar que as Ferramentas da Manufatura Enxuta foram sendo criadas e desenvolvidas para serem aplicadas como um apoio para os gestores encontrarem soluções para problemas específicos. Elas em princípio são dedicadas e devem ser utilizadas de acordo com a necessidade existente.

Também deve-se considerar que dentro do grupo de pessoas selecionadas para responderem o questionário, as opiniões podem variar em função da visão

de importância e conhecimento que cada entrevistado tem sobre cada Ferramenta da Manufatura Enxuta e a sua real correlação com os Indicadores de Desempenho da empresa. Investimentos em treinamento e conscientização sobre as Ferramentas da Manufatura Enxuta reduzirão essa lacuna.

Verifica-se também que várias ferramentas possuem Grau de Alinhamento desejado, como exemplo o Indicador Qualidade aparece totalmente alinhado com as ferramentas 5S/ Organização e Limpeza, DMAIC/ 6 *Sigma*, *Jidoka* / *Poka Yoke* e QFD / FMEA, caracterizando bastante a cultura da empresa de origem alemã.

5. CONCLUSÕES

Observa-se que é importante para as empresas e seus gestores, a utilização de um método de análise, para saber se as ações que são realizadas nos diversos setores da empresa, estão alinhadas com os macro objetivos da organização.

Verifica-se também que as ações rápidas de baixo impacto, na prática não se perpetuam. Esforços e tempo são aplicados, muitas vezes bem intencionados, porém não ficam enraizados na cultura da empresa e no momento que algo novo for solicitado, irão desaparecer, ou não mais serão priorizados. Ações de forte impacto e de longa duração devem ser planejadas objetivando-se a otimização de recursos e ampliação dos resultados e com isso se consegue difundir e enraizar a metodologia na cultura da empresa.

O método proposto para avaliação do Grau de Alinhamento baseou-se na identificação de uma lacuna, onde a aplicação do método apresenta-se como uma opção para que a empresa possa avaliar se as Ferramentas da Manufatura Enxuta que são utilizadas, estão alinhadas com seus Indicadores de Desempenho, de acordo com a percepção dos seus gestores.

A avaliação do Grau de Alinhamento poderá ajudar a empresa a criar valores para os seus produtos e também poderá melhorar os seus resultados.

A aplicação do método mostrou-se viável pela facilidade de entendimento das pessoas envolvidas e também pela facilidade de aplicação e rapidez, bem como pela apuração dos resultados.

Com os resultados encontrados no estudo de caso, pode-se observar que várias ferramentas apresentaram Grau de Alinhamento desejado (ótimo/bom), estando exatamente conforme o padrão de referência e evidenciando que a percepção dos gestores para aplicação dessas ferramentas está correta. As ferramentas que estão com Grau de Alinhamento desejado são as seguintes:

Just in Time, 5S / Organização e Limpeza, DMAIC / 6 Sigma, *Jidoka* / *Poka Yoke*, QFD / FMEA, VSM / Cadeia de Valor, SMED / Troca Rápida, MPT / OEE.

Também observa-se que existem casos onde o Grau de Alinhamento está muito diferente do Padrão de Referência, o caso mais extremo foi encontrado na seguinte situação: SMED / Troca Rápida com o Indicador Confiabilidade.

Além deste, verifica-se também que existem outros casos onde ocorreu um Grau de Alinhamento “médio”, demonstrando que as ferramentas apresentaram um alinhamento, porém não atingem o Grau de Alinhamento desejado, os casos verificados são: *Just in Time* com o Indicador Custos, *Kanban* / Produção Puxada com o Indicador Custos e Flexibilidade, VSM / Cadeia de Valor com o Indicador Velocidade, Balanceamento de Linha/*Tempo Takt* com o Indicador Custos e Confiabilidade, MPT / OEE com o Indicador Qualidade.

A divulgação dos resultados obtidos com a aplicação do método permitirá aos gestores identificar pontos que deverão ser melhorados, pois agora eles saberão quais as ferramentas que estão mais ou menos alinhadas com os Indicadores de Desempenho. Também irá permitir identificar o nível de percepção das pessoas envolvidas com o tema, indicando também quais ferramentas requerem mais atenção em relação a treinamento e conscientização.

5.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Deve-se salientar que esse é um primeiro estudo e, portanto, o método poderá ser aprimorado na medida em que forem realizadas mais aplicações.

Pode-se fazer uma comparação entre o método proposto pelo autor e o método de avaliação de implementação das práticas da Manufatura Enxuta apresentadas nas Normas SAE J4000, SAE J4001 e PNQ.

Pode-se ainda avaliar a atualização de gráficos radar para avaliação dos resultados.

Uma outra possibilidade de trabalhos futuros é aplicar o método em toda a empresa, avaliando outras áreas como, Finanças, Vendas, Engenharia de Produto, Recursos Humanos, Administração, etc, com as devidas adaptações se necessárias.

Outra possibilidade é fazer uma pesquisa *survey* em outras empresas do mesmo segmento para comparar os respectivos níveis de alinhamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, pp 223 – 236, 2007.

ARAUJO, C.A.C.; RENTES, A.F. – A Metodologia Kaizen na Condução de processos de Mudança em Sistemas de Produção Enxuta - Revista Gestão Industrial, V.2, nº 2, pag. 126-135, 2006.

ARAUJO, L.E.D.; RENTES, A.F. – Nivelamento de Capacidade de Produção em Sistema Híbrido de Coordenação de Ordens de Produção – XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – São Carlos, Out. 2010

BARIANI, L. – Utilização da Tecnologia da Informação por Grupos Integrados de Manufatura para o Controle de Indicadores de Produção Enxuta – Um Estudo de Caso. Dissertação de Mestrado – Universidade de Taubaté – 2006.

BENETTI, H.P.; FILHO, J.I.P.; SILIPRANDI, E.M.; SAURIN, T.A. – Padronização do trabalho em uma fábrica de Artefatos de Cimento – ENEGEP, Out 2007.

BRITO, R.P.; BRITO, L.A.L. – Vantagem Competitiva , Criação de Valor e seus Efeitos sobre o Desempenho - Revista de Administração de Empresas – RAE , V.52, nº 1, Jan-Fev, 2012.

CARDOZA, E.; CARPINETTI, L.C.R.; - Indicadores de Desempenho para o Sistema de Produção Enxuta - Revista Produção On Line, V. 5, nº 2, Jun , 2005.

CERRA, A.L.; CALIFE, N.; NOGUEIRA, E.; MAIA, J.L.; ALVES, A.G. – Estratégias de Operações e Tecnologias de Empresas do Setor de Linha Branca. Revista Gestão Industrial, V. 05, nº 02, pag 159-175, 2009.

CHING, H.Y. – Proposta de um Modelo de Mensuração de Desempenho: Alinhando o Sistema de Manufatura Enxuta aos Objetivos Estratégicos da Empresa – Tese de Doutorado em Engenharia Mecânica – UNICAMP, 2004.

CORREA, H.L.; CORREA, C.A. – Administração de Produção e Operações - Ed. Atlas, 2010.

COSTA, A.; ZEILMANN, R.P.; SCHIO, S.M. – Análise de Tempos de Preparação em Máquinas CNC - O Mundo da Usinagem , nº 4, 2004.

CURCIO, M.; CANGIOLIERI, O. – Qualidade no Serviço de Equipes de Vendas: Gestão de Setores - ENEGEP, Out 2008.

DENNIS, P. – Produção Lean Simplificada - Ed. Bookman, 2011.

DETTY, R.B.; YINGLING, J.C. – Quantifying Benefits of Conversion to Lean Manufacturing with Discrete Event Simulation: A Case Study - International Journal of Production Research, V. 38, nº 2, pp 429 – 445, 2000.

DEUS, A.D.; LACERDA, D.P. – Uma análise do Sistema Toyota de Produção em um ambiente de manufatura JIS (Just in Sequence): Estudo de Caso – ENEGEP – Out. 2010.

FERREIRA, F.P. – Análise da Implantação de um Sistema de Manufatura Enxuta em uma Empresa de Autopeças - Dissertação de Mestrado Administração – UNITAU – Universidade de Taubaté, 2004.

FURINI, G.; SAURIM, T.A. – Proposta de um Método de Análise da Cultura Lean em uma Empresa que está implantando práticas do Sistema de Produção Enxuta – ENEGEP – Out. 2008.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. – Administração da Produção e Operações - Cengage – Learning. 2002.

GODINHO, M. – Paradigmas Estratégicos de Gestão da Manufatura: Configuração, Relações com o Planejamento e Controle da Produção e Estudo Exploratório na Indústria de Calçados - Tese de Doutorado em Engenharia de Produção – UFSCAR, Jan, 2004.

GODINHO, M.; FERNANDES, F.C.F. – Manufatura Enxuta: Uma Revisão que Classifica e Analisa os Trabalhos Apontando Perspectivas de Pesquisas Futuras - Revista Gestão & Produção, V. 11, nº 1, Jan – Abr , 2004.

GREWAL, C. – An Initiative to Implement Lean Manufacturing Using Value Stream Mapping in a Small Company - International Journal Manufacturing Technology and Management, V. 15, nº 3/4, 2008.

GUTIERREZ, L.J. G.; MONTES, F.J.L.; SANCHEZ, O.F.B. – Six Sigma: from a goal – theoretic perspective to shared – vision development - International Journal of Operations & Production Management, V. 29, nº 2, pp 151 – 169, 2009.

HASEBE, S. – 9º Congresso Internacional de Qualidade para Competitividade – A Toyota no Brasil – 2012. <http://www.mbc.org.br/mbc/uploads/biblioteca>.

HARRIS, R.; HARRIS, C.; WILSON, E. – Fazendo Fluir os Materiais – Lean Institute Brasil, 2004.

HINO, S. – O Pensamento Toyota - Princípios de Gestão para um Crescimento Duradouro, Ed. Bookman, 2009.

HITT, M.A.; IRELAND, R.D.; HOSKISSON, R.E. – Administração Estratégica - Cengage Learning, 2008.

JONES, D.; WOMACK, J. – Enxergando o Todo – Lean Institute Brasil, 2004.

JUNIOR, J.A.V.A.; KLIPPEL, M. – Análise Crítica do Inter-relacionamento das Perdas e dos Subsistemas do Sistema Toyota de Produção – ENEGEP – Out. 2005.

JUNIOR, M.L.; GODINHO, M. – Evolução e Avaliação da Utilização do Sistema Kanban em Empresas Paulistas – Revista de Administração, v.44, n.4, Dez, 2009.

JUSTA, M.A.O.; BARREIROS, N.R. – Técnicas de Gestão do Sistema Toyota de Produção.- Revista Gestão Industrial, V.5, nº 1, pag. 01-17, 2009.

KAPLAN, R.S.; NORTON, D.P. – Mapas Estratégicos, Convertendo Ativos Intangíveis em Resultados Tangíveis – Elsevier Editora Ltda, 2004.

KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. – Administração de Produção e Operações – Pearson Education do Brasil, 2009.

LIKER, J.K. – O Modelo Toyota – 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo, Ed. Bookman, 2005.

LIKER, J.K.; MEIER, D. – O Modelo Toyota – Um Guia Prático para Implementação dos 4 PS da Toyota, Ed. Bookman, 2007.

LIKER, J.K.; HOSEUS, M. –A Cultura Toyota - A Alma do Modelo Toyota, Ed. Bookmann, 2009.

MAIA, J.L.; CERRA, A.L.; ALVES, A.G. – Inter-relações entre Estratégia de Operações e Gestão da Cadeia de Suprimentos: Estudo de Caso no Segmento de Motores para Automóveis - Revista Gestão & produção, V.12, Set - Dez, 2005.

MATEI, A.P.; ECHEVESTE, M.E.; CATEN, C.S.; ZOVAIN, R. N. A. – Avaliação da Qualidade Demandada e Diretrizes de Melhoria no Processo de Interação Universidade – Empresa. Revista Produção, V. 22, nº 1, pag 27-42, Jan – Fev, 2012.

MELTON, T. – The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries - Chemical Engineering Research and Design, V. 83, pp. 662 – 673, 2005.

MIGUEL, P.A.C. – Estudo de Caso na Engenharia de Produção: Estruturação e Recomendações para sua Condução.- Revista Produção, V.17, nº 1, pag. 216 – 229, Jan – Abr, 2007.

MILTENBURG, J. – Manufacturing Strategy, How to Formulate and Implement a Winning Plan – Productivity Press, 2005.

MINTZBERG, H.; LAMPEL, J.; QUINN, J.B.; GHOSHL, S. – O Processo da Estratégia - Ed. Bookman, 2009.

MOTWANI, J. – A Business Process Change Framework for Examining Lean Manufacturing: A Case Study - Industrial Management & Data Systems, V. 103, pp 5 - 6, 2003.

NAHM, A.Y.; VONDEREMBSE, M.A.; KOUFTEROS, X. A. – The Impact of Organizational Structure on Time – Based Manufacturing and Plant Performance Journal of Operations Management, V. 21, pp 281 – 306, 2003.

NAKAJIMA, S. – Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance – São Paulo IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989.

NAYLOR, J.B.; NAIM, M.M.; BERRY, D. – Leagility: Integrating the Lean and Agile Manufacturing Paradigms in the Total Supply Chain - International Journal of Production Economics, V. 62, pp 107 – 118, 1999.

NBR 6023 – Informação e Documentação - Referências - Elaboração. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Ago, 2002.

NONTHALEERAK, P.; HENDRY, L. – Exploring the Six Sigma Phenomenon Using Multiple Case Study Evidence - International Journal of Operations & Production Management, V. 28, nº 3, pp 279 – 303, 2008.

OHNO, T. – Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala – Ed. Bookman, 1997.

OLIVEIRA, R.R.; SCHMITT, J.C.; SILVA, I.B. – Aplicação dos Conceitos Lean Seis Sigma em um Laboratório de Aprendizagem. XVIII SIMPEP, Nov, 2011.

PALOMINO, R.C.; MANICA, C.R.; MIRANDA, B.B. – Incremento na Produção através do Índice OEE: Um Estudo de Caso em uma Empresa fabricante de Luminárias para Lâmpadas Fluorescentes – ENEGEP, Out. 2010.

PANTALEÃO, L.H.; ANTUNES, J.A. – Avaliação da Aprendizagem Organizacional a respeito do Sistema Toyota de Produção: Uma Proposição Metodológica. ENEGEP. Out. 2003.

PARVEEN, C.M.; RAO, T.V.V.L.N.; KUMAR, A.R.P. – Green Technology and Environmental Conservation (GTEV 2011).

PERGHER, I.; RODRIGUES, L.H.; LACERDA, D.P. – Discussão Teórica sobre o Conceito de Perdas do Sistema Toyota de Produção: Inserindo a Lógica do

ganho na Teoria das Restrições. Revista Gestão & produção, V. 18, pag 673 – 686, 2011.

PERIN, P.C. – Metodologia de Padronização de uma Célula de Fabricação e de Montagem, Integrando Ferramentas de Produção Enxuta - Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – EESC / USP, Ago, 2005.

PINHEIRO, L.M.P. – Caracterização do Sistema Lean (Toyota) de Desenvolvimento de Novos Produtos para Utilização em Empresas Brasileiras. – CBGDP – Set. 2011.

PINHO, A.F.; LEAL, F.; MONTEVECHI, J.A.B.; ALMEIDA, D.A. – Combinação entre as Técnicas de Fluxograma e Mapa de Processos no Mapeamento de um Processo Produtivo - ENEGEP, Out, 2007.

PORTER, M.E. – Competitive Advantage - The Free Press, 1998.

ROTHER, M.; SHOOK, J. – Aprendendo a Enxergar - Lean Institute Brasil, 2002.

SAE J4000 – Identification and Measurement of Best Practice in Implementation of Lean Operation. SAE – Society of Automotive Engineers, Aug, 1999.

SAE J4001 – Implementation of Lean Operation User Manual. SAE – Society of Automotive Engineers, Nov, 1999.

SAES, E.V.; GODINHO, M. – Utilização da abordagem Quick Response Manufacturing em uma Empresa de Materiais de Escrita: Proposta e Análise de Benefícios Esperados – Revista Gestão & Produção, V. 18, nº 3, pag 525 – 540, 2011.

SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C.F.; LUCIO, P.B. – Metodologia de Pesquisa - Ed. Mc Graw Hill, 2006.

SANTOS, N.C.R.; SCHMIDT, A.S.; GODOY, L.P.; PEREIRA, A.S. – Implantação do 5S para Qualidade nas Empresas de Pequeno Porte na Região Central do Rio Grande do Sul – XIII SIMPEP – Bauru, Nov. 2006

SATOLO, E.G.; CALARGE, F.A. – Determinação do Grau de Aderência ao Sistema Lean Production para Empresas da Indústria Automobilística:- Um estudo tipo. - ENEGEP, Out 2007.

SAURIN, T.A.; FERREIRA, C.F. – Diretrizes para avaliação dos impactos da produção enxuta obre as condições de trabalho – Revista Produção, V.18, nº 3 – Set/Dez 2008.

SAVOLAINEN, T.I. - Cycles of Continuous Improvement. Realizing Competitive Advantages through quality - International Journal of Operations & Production Management, V. 19, nº 11, pp. 1203 – 1222, 1995.

SCHONBERGER, R.J. – Japanese Production Management: An Evolution – With Mixed Success - Journal of Operations Management, V. 25, pp 403 – 419, 2007.

SCHONBERGER, R.J. – World Class Manufacturing - The Free Press, 1986.

SHAH, R.; WARD, P.T. – Lean Manufacturing: Context, Practice Bundles and Performance - Journal of Operations Management, V. 21, pp 129 – 149, 2003.

SHARMA, A.; MOODY, P.E. – A Máquina Perfeita, Pearson – Prentice Hall, 2003.

SHINGO, S. – Sistema de Troca Rápida de Ferramenta - Ed. Bookman, 2008.

SILVA, A.P.F.; MOURA, F.F.S.; PEREIRA, J. – Indicadores de Desempenho Utilizados nos Mapas Estratégicos do Balanced Scorecard: Um Estudo Realizado em Empresas Brasileiras do Setor Elétrico – XVIII SIMPEP, Nov , 2011.

SILVA, E.M.; SANTOS, F.C.A. – Estratégia de Produção, Melhores Práticas e Medição de Desempenho: Revisão, Lacunas e Planejamento para Futuras Pesquisas - Revista Gestão Industrial, V. 03, nº 01, pag. 64-74, 2007.

SILVA, I.B.; MIYAKE, D.I.; BATOCCHIO, A.; AGOSTINHO, O.L. – Integrando a Promoção das Metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma na Busca de Produtividade e Qualidade numa Empresa Fabricante de Autopeças – Revista Gestão & Produção, V. 18, nº 4, pag 687 – 704, 2011.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. – Administração da Produção - Ed. Atlas, 2009.

SLACK, N.; LEWIS, M. – Estratégia de Operações - Ed. Bookman, 2009.

SMALLEY, A. – Criando o Sistema Puxado Nivelado – Lean Institute Brasil, 2005.

SOUZA, J.P.E.; ALVES, J.M.; SILVA, M.B. – O Papel da Motivação e da Cultura Organizacional como Suporte à Manufatura Enxuta e Seis Sigma – ENEGEP, Out 2010.

SUGAI, M.; MCINTOSH, R. I.; NOVASKI, O. – Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): Análise, Críticas e Estudo de Caso - Revista Gestão & produção, V.14, nº 2, 2007.

TAYLOR, D.; BRUNT, D. – Manufacturing Operations and Supply Chain Management – The Lean Approach - Thomson Learning, 2002.

THURER, M.; GODINHO, M. – Redução do lead Time e entregas no Prazo em Pequenas e Médias Empresas que Fabricam sob Encomenda: A Abordagem Worload Control para o Planejamento e controle da Produção – Revista Gestão & produção, V. 19, nº 1, pag 43 – 58, 2012.

VANALLE, R.M.; SALLES, J.A.A. – Relação entre Montadoras e Fornecedores: Modelos Teóricos e Estudo de Caso na Indústria Automobilística Brasileira – Revista Gestão & Produção, V. 18, nº 2, pag 237 – 250, 2011.

VIDOR, G.; SATURN, T.A. – Conceitos e Características de Sistemas Poka-Yoke: Uma Revisão da Literatura – Revista Produção On line, V.11, nº 2, pag. 344 – 368, 2011.

VEIGA, G.L.; LIMA, E.P.; COSTA, S.E.G. – Uma Discussão sobre o Papel Estratégico do Modelo de Produção Enxuta - Revista Eletrônica Sistemas & Gestão, V.3, nº 2, pag. 92 – 113, Mai – Ago, 2008.

WALTER, O.M.F.C.; TUBINO D.F. – A perspectiva Brasileira dos Métodos Científicos de Avaliação da Manufatura Enxuta - Estudos Tecnológicos – V. 7, nº 1, pag 24 - 42, Jan – Abr, 2011.

WILSON, L. – How to Implement Lean Manufacturing – The Mc Graw – Hill, 2010.

WRIGHT, P.; KROLL, M.J.; PARNELL, J. – Administração Estratégica – Editora Atlas, 2010.

WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROSS, D. – A Máquina que Mudou o Mundo - Ed. Campus, 2004.

www.mbc.org.br/mbc/uploads/biblioteca/1215435720.9795A.pdf, acessado em 05/09/12 as 09:30 hs

www.schaeffler.com.br – acessado em 20/04/2012 às 14:30 hs

APÊNDICE

Apêndice 1

Projeto de Pesquisa

Método para Avaliação do Grau de Alinhamento entre as Ferramentas da Manufatura Enxuta e os Indicadores de Desempenho da Empresa

Questionário

Apêndice 2

Dados do Entrevistado

- Nome do Entrevistado: _____
- Formação: _____
- Área de Atuação: _____
- Cargo: _____

Sorocaba, Maio de 2012.

Apêndice 3

Indicadores de Desempenho

- **Qualidade** – é a conformidade coerente com as expectativas do consumidor, significa fazer as coisas certo, peças conforme desenho/especificação.
- **Custos** – Quanto menor for o custo da produção, menor poderá ser o preço e, portanto mais pessoas terão interesse em comprar esse produto.
- **Flexibilidade** – Habilidade da operação em alterar seus níveis de produção, ou seja, adequar a produção à demanda.
- **Velocidade** – Significa o tempo transcorrido entre a requisição e o recebimento do pedido, isso para o cliente significa que o quanto antes ele tiver o produto disponível, maior a chance dele comprar.
- **Confiabilidade** – Significa fazer as coisas em tempo para os consumidores receberem seus bens ou serviços quando necessário ou pelo menos quando prometido.

Apêndice 4

Definições das ferramentas da manufatura enxuta

- Just in Time:** É um sistema de administração da produção que determina que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exata. Pode ser aplicado em qualquer organização, para reduzir estoques e os custos decorrentes. O *just in time* é o principal pilar do Sistema Toyota de Produção ou produção enxuta.
- 5S:** É uma ferramenta de trabalho que permite desenvolver um planejamento sistemático de classificação, ordem, limpeza, permitindo assim de imediato maior produtividade, segurança, clima organizacional, motivação dos funcionários e consequente melhoria da competitividade organizacional.
- 6 Sigma:** É um conjunto de práticas originalmente desenvolvidas pela Motorola para melhorar sistematicamente os processos ao eliminar defeitos. O princípio fundamental do Seis Sigma é o de reduzir de forma contínua a variação nos processos, eliminando defeitos ou falhas nos produtos e serviços.
- DMAIC:** A metodologia DMAIC, também conhecida como DFSS ("Design For Six Sigma"), possui cinco fases:
Define the problem: definição do problema a partir de opiniões de consumidores e objetivos do projeto;
Measure key aspects: mensurar os principais aspectos do processo atual e coletar dados importantes;
Analyse the data: analisar os dados para investigar relações de causa e efeito. Certificando que todos os fatores foram considerados.
Improve the process: melhorar e otimizar o processo baseada na análise dos dados usando técnicas como desenho de experimentos, poka-yoke, etc.
Control: controlar o futuro estado de processo para se assegurar que quaisquer desvios do objetivo sejam corrigidos antes que se tomem em defeitos.
- Kanban:** Em Administração da produção significa um cartão de sinalização que controla os fluxos de produção ou transportes em uma indústria. O cartão pode ser substituído por outro sistema de sinalização, como luzes, caixas vazias e até locais vazios demarcados.
- VSM:** É uma manufatura enxuta técnica utilizada para analisar e projetar o fluxo de materiais e informações necessárias para trazer um produto ou serviço a um consumidor. Na Toyota, onde a técnica se originou, ela é conhecida como "material e mapeamento de fluxo de informação".
- Set up rapido:** É o tempo decorrido para a troca (ferramenta, programa, equipamento) de um processo em execução até a inicialização do próximo processo.
- SMED:** É um dos muitos métodos da produção enxuta para reduzir os resíduos em um processo de fabricação. Ele fornece uma maneira rápida e eficiente de conversão de um processo de fabricação da execução do produto atual para executar o próximo produto.
- Jidoka:** O Jidoka consiste em facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade.
- Poka Yoke:** É um dispositivo a prova de erros destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação e/ou na utilização de produtos.
- Balanceamento de linha:** O balanceamento de uma linha de produção consiste em distribuir a carga das várias operações o mais uniformemente possível pelos vários postos de trabalho.
- Tempo Takt:** É o tempo disponível para a produção dividido pela demanda de mercado.
- MPT:** A Manutenção Produtiva Total compreende um abrangente conjunto de atividades de manutenção que visam melhorar a performance e a produtividade dos equipamentos de uma fábrica.
- OEE:** Eficiência Geral de Equipamento; e é um indicador desenvolvido pelo Japan Institute of Plant Maintenance. O indicador é capaz de medir os resultados que surgem do conceito TPM (Total Productive Maintenance). Ele representa a medida de agregação de valor de um equipamento ou uma linha de montagem.
- OFD:** É uma das ferramentas da qualidade que foi criada na década de 60 pelo japonês Yoji Akao e que tem como objetivo principal permitir que a equipe de desenvolvimento do produto incorpore as reais necessidades do cliente em seus projetos de melhoria.
- FMEA:** É uma ferramenta que busca, em princípio, evitar, por meio da análise das falhas potenciais e propostas de ações de melhoria, que ocorram falhas no projeto do produto ou do processo.

Apêndice 5

Matriz de Correlação																	
Indicadores de Desempenho X Ferramentas da Manufatura Enxuta																	
Indicadores de desempenho	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> Just in Time 5S / Organização e Limpeza DMAIC / 6 Sigma Kanban / Produção Puxada VSM / Cadeia de Valor Troca rápido / SMED Jidoka / Poka Yoke Balancamento de linha / Tempo Takt QFD / FMEA MPT / OEE </div>											Total de itens pontuação 1	Total de itens pontuação 2	Total de itens pontuação 3	Total de itens pontuação 4	Total de itens pontuação 5	
	Qualidade												$\Sigma_{Total} = 30,6$	0	0	0	0
Custos												$\Sigma_{Total} = 0$	0	0	0	0	0
Flexibilidade												$\Sigma_{Total} = 0$	0	0	0	0	0
Velocidade												$\Sigma_{Total} = 0$	0	0	0	0	0
Confiabilidade												$\Sigma_{Total} = 0$	0	0	0	0	0
												$\Sigma_{Total} = 0$	0	0	0	0	0
												$\Sigma_{Total} = 0$	0	0	0	0	0
												$\Sigma_{Total} = 0$	0	0	0	0	0
												$\Sigma_{Total} = 0$	0	0	0	0	0
												$\Sigma_{Total} = 0$	0	0	0	0	0
												$\Sigma_{Total} = 0$	0	0	0	0	0
Somatória	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> 1 MUITO BAIXA RELEVÂNCIA </div> <div style="text-align: center;"> 2 BAIXA RELEVÂNCIA </div> <div style="text-align: center;"> 3 NEUTRA RELEVÂNCIA </div> <div style="text-align: center;"> 4 ALTA RELEVÂNCIA </div> <div style="text-align: center;"> 5 MUITO ALTA RELEVÂNCIA </div> </div>																	

GLOSSÁRIO

4M – (*Material, machine, man, method*) – Os quatro básicos componentes de uma tarefa. Entenda-se 4M como uma perspectiva de melhoria de processos.

5 Porques (5W) – Técnica de origem japonesa em que se pergunta “porquê” repetidas vezes de forma a descobrir as causas de um determinado problema. É um método extremamente simples e eficaz e que produz resultados.

5Ss – cinco palavras japonesas, todas começadas com o som “s”, que estabelecem o ambiente cultural para a melhoria contínua e que permitem a criação de ambientes de trabalho adequados ao controle visual e produção lean.

6 Sigma (6 σ) - metodologia disciplinada que, através do uso de dados provenientes do processo, reduz a variação (mura) dos processos de forma sistemática.

8D – As oito disciplinas dos processos de resolução de problemas em equipe.

Andon – dispositivo de controle visual sob a forma de um quadro. Utilizado para fazer o acompanhamento dos processos de trabalho, informando os colaboradores do andamento (status) dos mesmos.

Automação – transferência de inteligência humana para equipamento automatizado de modo que o equipamento seja capaz de detectar erros e defeitos nos processos e imediatamente parar o processo evitando a propagação dos problemas. Este conceito é também conhecido como Jidoka.

Balanced scorecard – Ferramenta estratégica utilizada na interface entre a visão e estratégia de uma organização e um conjunto coerente de métricas associadas. Permite aferir de que forma a empresa segue a estratégia definida, através da análise de indicadores financeiros, de operações, clientes, colaboradores e fornecedores. Desenvolvido por Robert Kaplan e David Norton.

Benchmarking – avaliação e comparação do atual desempenho (ou perfil) de uma organização com organizações similares (ou que realizem operações similares) que são consideradas as melhores na sua classe.

Black belt – líder de equipe em ambiente six sigma responsável pela implementação de projetos de melhoria contínua na empresa.

Blitz – termo de origem alemã significa “iluminar/iluminação”. Um blitz é um processo de melhoria orientado a rápida mudança de algo num negócio (produto, serviço ou processo de fabricação). Recorre a equipamentos

multifuncionais para a resolução rápida de problemas, que se focalizam na resolução rápida de problemas e no alcance de resultados bem definidos.

Bottleneck (gargalo) – qualquer recurso que crie estrangulamento ou dificuldade ao normal funcionamento de um sistema.

Cadeia de valor – seqüência de atividades e operações envolvidas na criação e entrega de um produto ou serviço. O conceito é mais abrangente que o anterior dado que uma cadeia de valor inclui a cadeia de fornecimento.

Capabilidade – Este termo não existe em português, no entanto utilizar o termo “capacidade” como tradução de “capability” é incorreto dado que capacidade mede o que um sistema é capaz de fazer (ex. peças/hora) enquanto que a capabilidade mede quanto capaz é esse sistema de produzir dentro das especificações.

Capacidade – é o volume de output que um sistema consegue realizar em condições normais, aquilo que o sistema é capaz de fazer. Deve ser medida em tempo (ex. horas) evitando-se unidades como por exemplo peças/tempo ou cliente/tempo.

Carga – é a quantidade de trabalho (ordens, pedidos, encomendas ou alterações a estes) que é solicitado ao sistema de trabalho/operações. Deve ser apresentada na mesma unidade que a capacidade para que possam ser comparadas. Desta comparação resulta o indicador “ocupação”.

Célula – Uma célula é um grupo de processos concebido para produzir uma família de produtos de uma forma flexível. O movimento de materiais segue a lógica de uma peça atrás da outra, e pequenos lotes são transferidos entre células. Os colaboradores nas células dominam múltiplos conhecimentos e podem transitar entre células de acordo com as necessidades. Uma célula tem geralmente menos que 10 estações (máquinas ou postos de trabalho), e usualmente cada colaborador tem a seu cargo mais que uma estação. O output da célula (ou capacidade) pode ser variado pela adição ou remoção de pessoas. Para produtos complexos, múltiplas células podem ser interligadas através de kanbans ou outros métodos.

Chaku-chaku – Método de condução do processo de fabricação baseado no fluxo peça-atras-de-peça (fluxo contínuo). A peça é transferida de máquina a máquina até a sua conclusão.

Ciclo PDCA – Ciclo de melhoria contínua que significa “Planejar-Fazer-Verificar-Agir”. O PDCA é a descrição da forma como as mudanças devem ser efetuadas numa organização. Não inclui apenas os passos do planeamento e implementação da mudança, mas também a verificação se as alterações produziram a melhoria desejada ou esperada, agindo de forma a ajustar, corrigir ou efetuar uma melhoria adicional com base no passo de verificação.

Conformidade – Grau ou taxa de satisfação de um produto ou serviço perante Standards ou especificações predefinidas.

Desperdício (*muda*) – Toda a atividade, material ou não, que não é reconhecida pelo cliente como valor e que resulta no aumento de custo e de tempo. Tal como P. Druker (1909-2005) uma vez disse: “é fazer na perfeição o que não necessita de ser feito”.

DMAIC – Metodologia standard seguida por projetos six sigma (ver 6sigma).

Diagrama de Causa-Efeito – Efeito (Ishikawa): Também conhecido como Diagrama de Ishikawa, porque foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa (1915 – 1989) e como Diagrama Espinha de Peixe, devido a sua aparência. É uma representação gráfica que ajuda a identificar, explorar e mostrar as possíveis causas de uma situação ou problema específico. Cada diagrama tem uma grande seta apontando para o nome de um problema. Os ramos que saem dessa seta representam as categorias de causas, tais como: mão de obra, materiais, máquinas, meio ambiente, medidas, métodos. As setas menores representam itens dentro de cada categoria.

DOE (*design of experiments*) – O objetivo do DOE é a de providenciar qualidade nos produtos e nos processos de design e desenvolvimento associados, de forma a reduzir a necessidade de inspeção. Isto é alcançado através da criação de produtos e sistemas robustos em relação às variações nos processos. Estas experiências são utilizadas para identificar fatores ou comportamentos que possam afetar os processos.

Eficiência – é a diferença entre o resultado alcançado e o valor esperado (padrão). Mede a capacidade de um sistema em alcançar os seus objetivos.

Estratégia de Operação – Ferramenta ou método, consistente e derivado da estratégia global da empresa, que gere a função “operações”na empresa. Permite uma coerência entre o sistema organizacional/liderança e as respectivas decisões estratégicas com as atividades do dia a dia, geridas ao nível da função “operações”, que incluem a gestão de recursos, planeamento, logística, marketing, etc.

Fill Rate – Mede a percentagem de ordens dos clientes que são satisfeitos diretamente através da disponibilidade do stock. Esta expressão também se utiliza para explicitar a percentagem de ordens satisfeitas nos prazos acordados com os clientes.

Flexibilidade – É a capacidade de adaptação a novas circunstâncias permitindo à empresa que melhore a sua capacidade de respostas e entrega. A flexibilidade pode-se manifestar em tempo, variedade e volume.

Fluxo – é um dos maiores objetivos do sistema lean e um dos importantes conceitos que a Toyota adaptou da Ford. Henry Ford (1863-1947) reconheceu

que a produção deveria fluir continuamente desde a matéria prima até ao cliente.

FMEA – (*failure mode and effects analysis*) – É uma ferramenta utilizada na fabricação de processos de prevenção de falhas, planejamento de medidas preventivas, estimativas de custos causados pelas falhas e planejamento de procedimentos redundantes e de segurança ou sistemas de respostas a falhas. Analisa o potencial de falhas dos processos e atividades. Utiliza uma fórmula de cálculo, correspondente ao valor de escala da Severidade (S), Probabilidade de Ocorrência (O) e Probabilidade de Detecção (D). $RPN = S \times O \times D$.

Gestão de operações – a concepção, a operação e a melhoria do sistema que concebe, produz e entrega ao cliente os produtos e serviços da empresa. A gestão de operações envolve a gestão e o controle dos processos e as suas entradas para alcançar as saídas desejadas de forma a ir ao encontro dos pedidos dos clientes.

Gráfico de Gantt – um gráfico de controle desenhado para o acompanhamento da execução dos planos de fabricação. Desenvolvido por Henry Gantt (1861-1919) no início do século XX.

Heijunka – palavra de origem japonesa que significa nivelar ou tomar nível. A programação heijunka envolve o nivelamento da carga de forma a garantir um fluxo contínuo de materiais e de informação pela fábrica.

Histograma – uma ferramenta de análise de problemas que graficamente apresenta dados numa distribuição. Gráfico de barras verticais.

Jidoka – palavra de origem japonesa que significa “automação com características humanas”. Isto significa que equipamentos e processos param na presença de erros ou defeitos.

Just-in-Time (JIT) – sistema de produção repetitiva no qual o processamento e movimentação de materiais ocorre à medida que estes são necessários, usualmente em pequenos lotes.

Kaizen – palavra de origem japonesa (“kai” mudança, modificar, melhor e “zen” bom, virtude) que significa melhoria contínua. Todas as atividades levadas a cabo pelos colaboradores no sentido da melhoria do desempenho dos processos e sistemas de trabalho. Pode envolver pessoas e equipamentos. Outros esforços de melhoria são os kaikaku (mudança radical) levado a cabo através dos sensei (mestre).

Kaizen blitz – termo que inicialmente se referia aos esforços de rápida mudança de layouts de processos com o objetivo de melhorar o seu desempenho. Atualmente referem-se a workshops de melhoria.

Kanban – palavra de origem japonesa que significa “cartão”. É um dos mais simples sistemas de controle de operações que se conhece e um dos elementos primários do Sistema Toyota de Produção. O sistema kanban coordena o fluxo de materiais e de informação ao longo do processo de fabricação de acordo com o sistema pull.

Kpi (key performance indicator) – métricas de índole estratégica normalmente associadas ao Balanced Score Card.

Layout – arranjo físico dos recursos num determinado espaço de trabalho. Existem vários tipos de layouts em função de diferentes estratégias de fabricação ou de serviço.

Lead time - tempo necessário para realizar uma dada tarefa, trabalho, produto ou serviço. É um tempo composto pelo tempo útil (ex. tempo de processamento) e o tempo não produtivo (ex. avarias, armazenamento, transportes e setups).

Lean – termo de origem inglesa que significa magro, sem gordura. Algo que contém apenas o que é necessário.

Lean Manufacturing – filosofia que processa a organização de atividades produtivas tendo em vista a eliminação de desperdícios. Também ligado a este conceito está o estabelecimento de um compromisso de melhoria contínua de todos os processos operacionais por parte dos colaboradores.

Lean thinking – filosofia de gestão através da qual as organizações desenvolvem competência no sentido a gradual eliminação do desperdício e criação de valor.

Milk run – veículo de transporte de materiais (interno ou externo) que faz o abastecimento ponto a ponto de acordo com as necessidades Just in time. É também um modo de disciplinar o fluxo de materiais, evitando falhas ou excessos. O meio de transporte faz rotineiramente as suas viagens e pára em vários pontos para fazer abastecimento ou fornecimento.

Muda – palavra de origem japonesa que significa desperdício. Desperdício ou atividade que consome recursos e não acrescenta valor.

Mura – palavra de origem japonesa que significa variação e variedade indesejáveis nos processos de trabalho ou no out put de um processo.

Muri – palavra de origem japonesa que significa excesso, exagero, o que não é razoável. O Muda, o Muri e a Mura são conhecidos como os 3M.

OEE (Overall equipment efficiency) – OEE é uma métrica que avalia o desempenho global do sistema de operações ao considerar os três elementos envolvidos na criação de valor: pessoas (E), processos (Q) e tecnologia (D).

Engloba na sua fórmula de cálculo parâmetros respeitantes à disponibilidade (D, %), eficiência (E, %) e qualidade (Q, %), ou seja: $OEE = D \times E \times Q$ [%].

One piece flow – conceito utilizado em sistemas produtivos caracterizado pela produção de um único artigo de cada vez (lot size = 1), em cada posto de trabalho.

PDCA (plan-do-act-check) – ciclo de melhoria contínua desenvolvido nos anos 1930 e popularizado no Japão duas décadas depois por Deming (1900-1993). Também conhecido como ciclo de Deming.

Poka-Yoke – expressão de origem japonesa que significa à “prova de erro” (error proffing).

Produção celular – é um tipo de fabricação/produção que se caracteriza pela fabricação de um produto ou família de produtos (ex. artigos similares), numa área específica (célula).

Produção em fluxo – uma forma de fabricação em pequenas quantidades numa série de passos seqüenciais. Baseada na estratégia just in time (JIT).

Produtividade – medida do valor produzido por um sistema em relação a um determinado nível de inputs utilizados. Indica qual o nível a que uma pessoa, organização ou país utiliza os seus recursos. De forma sucinta, produtividade resume-se à fórmula resultados/meios fornecidos. Genericamente a produtividade é afetada pela gestão de recursos, organização burocrática das empresas e métodos de trabalho.

Setup (changeover) – refere-se às atividades de mudança, ajuste e preparação do equipamento para a fabricação de um novo lote ou um novo produto. Também inclui as atividades realizadas durante o processamento (ex. ajustes, mudanças de ferramentas, etc).

SMED (Single Minute Exchange of Dies) – métodos que levam à rápida mudança de ferramenta (setup). O método SMED foi inicialmente proposto e desenvolvido por Shigeo Shingo (1909-1990).

Takt time – palavra de origem alemã que significa batuta (instrumento utilizado pelo maestro na condução de uma orquestra). É um tempo de ciclo definido de acordo com a procura. Se a procura aumenta, o takt de time terá de diminuir e vice-versa.

Tempo de ciclo (cycle time) – para uma máquina ou célula, representa o tempo de saída de peças consecutivas. É o tempo definido pela mais longa das operações. O tempo de ciclo tem de estar em harmonia com o takt time (o qual é um tempo de ciclo definido em função da procura definida pelo cliente). Muitas vezes, o tempo de ciclo é confundido com o lead time, no entanto são tempos diferentes.

Tempo de espera (*waiting time*) – referem-se a todos os tempos improdutivos (que não acrescentam valor a produtos ou serviços), ex. avarias e armazenamento.

Tempo padrão – tempo de referência para a execução de uma dada tarefa, produto ou serviço. Refere-se a um tempo obtido junto de um operário normal a trabalhar a um ritmo normal e em condições de trabalho bem definidas. Não se trata do tempo mínimo mas sim do tempo normal (deve ser calculado pelo departamento de engenharia de processos).

Throughput time - tempo total (lead time) necessário para entregar o produto/serviço ao cliente. Inclui todas as fases, ex. design, fabricação e fornecimento.

TPM (*total productive maintenance*) – o sistema TPM procura maximizar a performance global dos equipamentos, através da gestão do seu funcionamento, reparação e intervenções. O TPM gera ordens de intervenção programadas e mantém um histórico de reparações e operações realizadas em determinado equipamento. Serve de filosofia base para aumentar o envolvimento e responsabilidade dos operadores perante os equipamentos que utilizam no dia a dia.

Valor – aquilo que é entregue (sob a forma de produto ou serviço) ao cliente e que este considera como importante. Refere-se ao nível de satisfação que o cliente experimentou resultado da entrega que lhe foi feita. Apenas o valor justifica o tempo, o esforço e o investimento do cliente.

VSM (*value stream mapping*) – mapeamento da cadeia de valor; trata-se de um método de identificação de todas as atividades (dock-to-dock) necessárias para produzir um produto ou serviço. O “mapa” inclui o fluxo de materiais de informação.

WIP (*work in process inventory*) – material de inventário que está correntemente a ser utilizado/trabalho no shop-floor. Isto inclui materiais associados a ordens em espera, ordens paradas devido à necessidade de setups nos equipamentos e materiais a serem processados.