

CAMILA TAVARES REGIS

PROPOSTA DE MATRIZ MATURIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DO
***LEAN SIX SIGMA* EM ORGANIZAÇÕES**

Camila Tavares Regis

**PROPOSTA DA MATRIZ MATURIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DO
LEAN SIX SIGMA EM ORGANIZAÇÕES**

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador (a): Prof. Livre Docente Otávio J. Oliveira

Guaratinguetá – SP
2015

R337p

Regis, Camila Tavares

Proposta da matriz maturidade para o desenvolvimento do lean six sigma em organizações / Camila Tavares Regis – Guaratinguetá, 2015.

71 f : il.

Bibliografia: f. 68-71

Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015.

Orientador: Prof. Dr. Otávio José de Oliveira

1. Gestão da qualidade total 2. Seis sigma (Padrão de controle de qualidade) 3. Produção enxuta I. Título

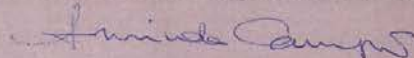
CDU 658.56

unesp **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

Camila Tavares Regis

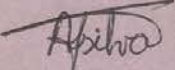
ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA PRODUÇÃO MECÂNICA"

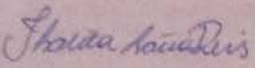
APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA


Prof. Dr^a. Arminda Eugênia Marques Campos
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA:

 Prof. Livre Docente OTÁVIO JOSÉ DE OLIVEIRA
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. ANEIRSON FRANCISCO DA SILVA
UNESP-FEG

 Esp. THALITA LÂUA REIS
UNESP-FEG

Outubro de 2015

DADOS CURRICULARES

Camila Tavares Regis

NASCIMENTO 26.10.1991 – GUARATINGUETÁ / SP

FILIAÇÃO Wagner Nogueira Regis
 Maria Imaculada Tavares Regis

2010/2015 Graduanda - Curso de Graduação
 Engenharia de Produção Mecânica - Universidade Estadual Paulista

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que permitiu que eu alcançasse mais esta conquista e sempre estive à frente de todos os momentos em minha vida.

A meus pais, Wagner e Imaculada, pelo apoio, incentivo e amor incondicional e à minha irmã, Fernanda, por estar ao meu lado sempre.

Ao meu namorado, Jean, pelo carinho e incentivo.

À Universidade Estadual Paulista, em especial, ao meu orientador, Professor Otávio José de Oliveira, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho e a todos os profissionais, que de alguma forma, fizeram parte da minha trilha acadêmica.

A todos que, direta ou indiretamente, fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

“O homem erudito é um descobridor de fatos que já existem; mas o homem sábio é um criador de valores que não existem e que ele faz existir.”

Albert Einstein

REGIS, C. T. Proposta de Matriz Maturidade para o Desenvolvimento do *Lean Six Sigma* em Organizações. 2015. 39 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

RESUMO

Com o avanço da globalização, organizações que antes se encontravam concorrendo com um mercado local – ou no máximo, nacional – agora se encontram concorrendo com grandes multinacionais instaladas em diferentes países. Para sobreviver nesse cenário competitivo, as empresas precisam cada vez mais melhorar seu processo produtivo e reduzir os seus custos de produto, bem como os seus custos de produção, a fim de melhorar o resultado final como um todo. Uma das ferramentas para a melhoria do processo produtivo é o *Lean Six Sigma*, um conjunto de princípios e práticas que visa reduzir a variabilidade do processo e melhorar os resultados da organização. A matriz maturidade é outra ferramenta da qualidade que avalia o desenvolvimento da organização em diferentes aspectos e proporciona uma visão geral do grau de desenvolvimento de cada estágio, apontando pontos positivos que devem ser reforçados e pontos negativos que devem ser melhorados. O trabalho em questão propõe uma matriz maturidade para avaliar o grau de implementação da ferramenta *Lean Six Sigma* nas organizações, de modo a tornar possível a criação de planos de ações necessárias para alinhar e melhorar o uso desses princípios dentro das organizações. Para isso, foi feito um estudo acerca dos princípios do *Lean Manufacturing* e do *Six Sigma* e, a partir da sinergia entre essas duas filosofias, foram definidos princípios do *Lean Six Sigma* que foram transportados para uma matriz maturidade. A matriz maturidade proposta é um método simples de diagnóstico do grau de maturidade do *Lean Six Sigma* dentro das organizações que permite a correta análise da organização, para que sejam feitas proposições de ações adequadas para uma melhor aplicação do *Lean Six Sigma*.

PALAVRAS-CHAVE: *Lean Six Sigma*, Matriz Maturidade, Qualidade, Ferramentas da Qualidade.

REGIS, C. T. Proposal of Maturity Matrix for Development of *Lean Six Sigma* in Organizations. 2015. 39 f. Graduate Work (Graduate in Industrial Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

ABSTRACT

As long as globalization advances, organizations than were previously competing with a local market - or at most, national - find themselves competing with large multinationals in different countries nowadays. In order to survive in this competitive environment, companies need to improve their production processes and to reduce their product costs increasingly as well as their production costs in order to improve the bottom line as a whole. One of the many tools for improvements in the production process is the *Lean Six Sigma*, a set of principles and practices that seeks to reduce process variability and improve the organization's results. The maturity matrix is another quality tool that evaluates the development of the organization in different aspects and provides an overview of the level of development at each stage, pointing positive points that should be strengthened and weaknesses that should be improved. The work in question proposes a maturity matrix to assess the degree of implementation of *Lean Six Sigma* tool in organizations, in order to make possible the creation of action plans necessary to align and improve the use of these principles within organizations. For this, a study of the principles of *Lean Manufacturing* and *Six Sigma* was made and from the synergy between these two philosophies, principles of *Lean Six Sigma* were defined and then transported to a maturity matrix. The maturity matrix proposed is a simple method of diagnosing the degree of maturity of *Lean Six Sigma* within organizations that allows the correct analysis of the organization, so that appropriate actions propositions are made for better implementation of *Lean Six Sigma*.

KEY-WORDS: *Lean Six Sigma*, Maturity Matrix, Quality, Quality Tools

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Método de avaliação de Schlindwein.....	17
Figura 2 – Casa <i>Lean</i>	21
Figura 3 – Objetivos de melhoria do <i>Lean Six Sigma</i>	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Metodologia DMAIC.....	23
Quadro 2 – Análise comparativa entre <i>Lean Manufacturing</i> e <i>Six Sigma</i>	26
Quadro 3 – Revisão da literatura do pilares do <i>Lean</i> , do <i>Six Sigma</i> e do <i>Lean Six Sigma</i>	35
Quadro 4 – <i>Checklist</i> dos atributos necessários para o desenvolvimento dos princípios..	37
Quadro 5 – Matriz maturidade.....	39
Quadro 6 – <i>Checklist</i> da empresa estudada.....	53
Quadro 7 – Análise da maturidade da organização.....	55
Quadro 8 – Pesos dos princípios.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Total de práticas dos princípios.....	62
Tabela 2 – Intervalo de pontuação dos princípios.....	63
Tabela 3 – Estágio de maturidade geral.....	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVO.....	13
1.2	DELIMITAÇÃO.....	14
1.3	JUSTIFICATIVA.....	14
1.4	MÉTODO DE PESQUISA.....	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1	<i>LEAN MANUFACTURING</i>	19
2.2	<i>SIX SIGMA</i>	21
2.3	<i>LEAN SIX SIGMA</i>	24
2.4	MATRIZ MATURIDADE.....	29
3	RESULTADOS.....	34
3.1	PRINCÍPIOS DO <i>LEAN SIX SIGMA</i>	37
3.2	PROPOSTA DA MATRIZ MATURIDADE.....	39
3.3	TESTE DA MATRIZ MATURIDADE.....	39
3.3.1	Melhorias contínuas (<i>Kaizen</i>).....	40
3.3.2	Pessoas com maior autonomia em relação ao processo.....	42
3.3.3	Eliminação dos desperdícios.....	43
3.3.4	Redução da força de trabalho.....	45
3.3.5	Infraestrutura de transporte.....	46
3.3.6	Redução do tempo de entrega (<i>Takt Time</i>).....	47
3.3.7	Envolvimento de gestores.....	48
3.3.8	Abordagem disciplinada (DMAIC).....	49
3.3.9	Criação de infraestrutura humana.....	50
3.3.10	Uso de abordagens estatísticas.....	51
3.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	55
3.4.1	Classificação de maturidade (CM).....	55
3.4.2	Índice do potencial de maturidade adaptado (IPM).....	55
3.4.3	Nível de maturidade geral (NMG).....	61
4	CONCLUSÃO.....	66
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

Em uma economia de mercado, organizações competem o tempo todo entre si oferecendo o mesmo produto. Este princípio é válido para qualquer tipo de oferta, seja ela de um bem material ou de um serviço – ou ainda da combinação dos dois.

Sendo assim, o sucesso de uma empresa depende da sua capacidade de criar vínculo com seus clientes, oferecendo um produto de qualidade (WECKENMANN *et al.*, 2015). Para que uma organização seja capaz de produzir com qualidade, é necessário que ela tenha suas estratégias bem definidas e que seu processo esteja operando com o máximo de eficiência.

A gestão da qualidade garante a aptidão da organização no cenário competitivo em que ela se encontra. Atualmente, existem diversas ferramentas de estratégia da qualidade, como Gráfico de Pareto, histogramas, diagrama de *Ishikawa*, matriz maturidade, dentre outros (MOLINA-AZORÍN *et al.*, 2015).

A expressão “melhorias contínuas” está associada principalmente ao modelo de qualidade total, presente em modelos como *Six Sigma* e *Lean Manufacturing*. No caso deste último, a melhoria contínua, conhecida como *Kaizen*, é um dos principais fundamentos.

O sistema de melhoria contínua é simples, de fácil entendimento e requer um baixo investimento. É considerado um dos meios mais eficientes de aumentar a falta de competitividade em uma organização (DROHOMERETSKI *et al.*, 2013).

A implementação de programas como o *Kaizen* torna as operações mais flexíveis (CHEN, LI, SHADY; 2010), porém as companhias enfrentam certa dificuldade na implementação efetiva destes.

Pode-se entender o *Lean Manufacturing* como uma extensão do *just-in-time* ou do Sistema Toyota de Produção. Uma das principais características desse sistema produtivo é a mentalidade focada na eliminação dos desperdícios. O *Lean Manufacturing* enfatiza o fluxo de materiais desde o início do processo de fabricação de um produto até a conclusão do mesmo. Nesse sistema de produção, os processos são vistos como fluxo de valor, isto é, atividades que de alguma maneira agregam valor ao produto. Sendo assim, atividades desnecessárias atrapalham o fluxo de valor pelo qual o produto deve passar durante o processo produtivo. Excelência operacional e eliminação dos desperdícios são alguns dos benefícios da implementação do *Lean Manufacturing*, que, consequentemente levam ao

aumento da eficiência, redução de custos e, eventualmente, aumento do lucro líquido (RUIZ-DE-ARBULO-LOPEZ; FORTUNY-SANTOS; CUATRECASAS-ARBÓS, 2013).

O *Six Sigma* pode ser definido como um método organizado e sistemático de melhoria estratégica de processos e desenvolvimento de novos produtos e de serviços que se baseia em métodos estatísticos para descrever o quão bem a variação do processo atende aos requisitos do cliente. A filosofia do *Six Sigma* é reduzir as variações de um processo e ajudar a reduzir o custo do produto, bem como o custo do processo. O *Six Sigma* não se refere a um método claramente delineado, mas sim a um conjunto de práticas organizacionais que culminam em melhorias na eficiência organizacional e na satisfação do cliente (DE MAST; LOKKERBOL, 2012).

Por anos, muitos sistemas de melhoria contínua se basearam no conceito de melhora da qualidade e/ou do processo apoiando-se na redução do desperdício, na simplificação da linha de produção e na melhora da qualidade, dentre outros fatores. Alguns destes modelos incluem o TQM (*Total Quality Management*), *Lean Manufacturing*, *Six Sigma* e *Lean Six Sigma*. Entretanto, frequentemente estes modelos são incapazes de resolver todos os problemas da companhia. Para resolver esta deficiência, as companhias têm adotado programas híbridos como o *Lean Six Sigma* uma vez que, individualmente, os modelos *Lean Manufacturing* e *Six Sigma* não tem capacidade de alcançar as taxas de melhoria alcançadas pelo *Lean Six Sigma* (ANTONY, 2011). O uso desses modelos híbridos, quando bem aplicado, leva a organização a melhorar seu desempenho, destacando-se a melhora da qualidade e a redução do tempo.

Esse trabalho busca obter resposta para a seguinte questão: como avaliar o grau de desenvolvimento do *Lean Six Sigma* nas organizações?

1.1 OBJETIVO

Esse trabalho visa propor uma matriz maturidade que seja capaz de avaliar o nível de desenvolvimento das organizações em relação à aplicação dos conceitos do *Lean Six Sigma* no processo. Com o diagnóstico obtido a partir da matriz maturidade, espera-se que seja possível propor ações específicas de acordo com o grau de implementação do *Lean Six Sigma* nas organizações visando à adequação das organizações para atingir a completa utilização dos princípios do *Lean Six Sigma*. Com isso, as organizações poderão alinhar o nível de desenvolvimento – ou ainda, evoluir para um nível mais alto de desenvolvimento dos

princípios do *Lean Six Sigma*. Desse modo, espera-se oferecer uma contribuição para as organizações que precisam alinhar seu processo com o uso das ferramentas do *Lean Six Sigma* e melhorar sua produtividade.

1.2 DELIMITAÇÃO

Diante do conteúdo presente na literatura acerca do tema *Lean Six Sigma*, optou-se por delinear a pesquisa por meio de um aprofundamento bibliográfico que formasse uma base de conhecimentos para a proposição de uma matriz maturidade que avalie o grau de desenvolvimento do *Lean Six Sigma* dentro de um ambiente organizacional.

1.3 JUSTIFICATIVA

As organizações precisam estar sempre preocupadas em se adaptar ao ritmo implacável das mudanças inerentes ao aumento das expectativas dos *stakeholders*, rápida evolução tecnológica, incertezas e mudanças nas condições econômicas. Algumas abordagens utilizadas pelas organizações são o *downsizing*, reengenharia, reestruturação, organização de aprendizagem, pensamento sistemático e “esperar e ver”. Grande parte da execução da estratégia de sucesso gira em torno do alinhamento dos fatores organizacionais chave com a estratégia. Mas com mudanças significativas que ocorrem com tanta frequência no ambiente de negócio, as estratégias são alteradas mais frequentemente agora do que eram no passado, e, portanto, o alinhamento do processo tornou-se um desafio ainda maior (ALBU, 2010).

Um dos grandes desafios que as organizações têm enfrentado são as adaptações às constantes mudanças do mercado. Com o avanço da globalização, organizações que antes competiam com o mercado local – ou no máximo nacional – precisam agora competir com concorrentes cada vez maiores e melhores, visto que grandes multinacionais conquistaram seu espaço em vários países diferentes.

Uma maneira para melhorar a produtividade das organizações e a capacidade de concorrência das mesmas é implementando os princípios do *Lean Six Sigma*, uma ferramenta

que visa diminuir a variabilidade do processo, reduzir tanto os custos do produto quantos os custos de produção e consequentemente, melhor o resultado final como um todo.

A Matriz Maturidade, por sua vez, é uma ferramenta da qualidade que permite facilmente identificar os principais aspectos da organização e o nível de maturidade de cada um deles. Uma vez que essa análise é feita, é possível obter um diagnóstico que identifique pontos fortes que devem ser potencializados e pontos fracos que precisam ser melhorados a fim de atingir o alinhamento do processo e garantir que todos os aspectos analisados estejam no mesmo estágio de desenvolvimento.

Dentre os bancos de dados pesquisados, não foi encontrado nenhum trabalho que abordasse o uso de Matriz Maturidade para a aplicação do *Lean Six Sigma*. Uma vez que o uso da Matriz Maturidade para a aplicação do *Lean Six Sigma* é pouco explorado pela literatura e trata-se de uma ferramenta em potencial para o desenvolvimento e aperfeiçoamento operacional faz-se necessário um maior aprofundamento do tema e da integração dessas ferramentas.

1.4 MÉTODO DE PESQUISA

Segundo os métodos de pesquisa definidos por Gil (2002), pode-se fazer as seguintes considerações acerca do tipo de pesquisa.

- Quanto à sua natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, pois espera-se que os resultados obtidos tornem-se uma ação concreta que seja utilizada de maneira a contribuir para a solução de problemas existentes, no caso, a dificuldade que as organizações enfrentam para implementar e alinhar os princípios do *Lean Six Sigma* no seu processo.

- Quanto à sua finalidade, trata-se de uma pesquisa exploratória, pois espera-se proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito, visto que este ainda é pouco conhecido, pouco explorado. Pode-se dizer que esta pesquisa tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado.

- Quanto à sua abordagem, trata-se de uma pesquisa qualitativa, pois a mesma tem caráter exploratório e permite a compreensão de um fenômeno e a contribuição para a sua mudança.

- Quanto aos procedimentos, trata-se de pesquisa básica, desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. A pesquisa científica básica é aquela que gera conhecimentos que não têm necessariamente aplicação imediata. Nela, acumulam-se informações e conhecimentos que podem eventualmente levar a resultados acadêmicos ou aplicados importantes, mas sem fazê-lo diretamente.

Inicialmente, foi feita uma pesquisa bibliográfica acerca dos princípios do *Lean Manufacturing* e do *Six Sigma*. Para tal, foi necessário buscar artigos científicos que abordassem essas ferramentas. Para a busca de artigos, foi utilizado o software de pesquisa Scopus, um banco de dados que abriga artigos científicos de jornais e revistas acadêmicos. Como o banco de dados Scopus busca artigos científicos de jornais e revistas acadêmicos internacionais, as palavras-chave pesquisadas foram: *Lean*, *Lean Manufacturing*, *Six Sigma*, *Lean Six Sigma*, *Quality*, *Quality Tools*, *Quality Improvement*, *Productivity*, *Toyota Production System*, *Quality Management*, dentre outras. Optou-se por dar preferência a artigos científicos publicados a partir do ano de 2010, de modo a garantir que a revisão bibliográfica seria atual, embora alguns artigos de anos anteriores a 2010 também tenham sido usados, dado a atemporalidade do tema abordado por estes.

Após a busca por artigos científicos, foi feita a leitura dos mesmos, de modo a conduzir um estudo aprofundado acerca dos princípios do *Lean Manufacturing* e do *Six Sigma*. Com esses princípios já estabelecidos, foi feita uma análise cruzada para verificar quais princípios se aplicavam tanto ao *Lean Manufacturing* quanto ao *Six Sigma*. Dessa forma, foi possível definir os princípios do *Lean Six Sigma* e os autores que abordavam esses princípios em seus trabalhos científicos.

Para cada princípio do *Lean Six Sigma*, procurou-se estabelecer as premissas para que o mesmo estivesse totalmente desenvolvido dentro das organizações. Dessa forma, buscou-se entender as necessidades e ações que levariam ao desenvolvimento completo dos princípios.

Depois de conduzido o estudo a respeito do *Lean Six Sigma* e seus princípios, foi necessário fazer uma nova pesquisa para melhor compreender uma matriz maturidade e seu método de avaliação. Para isso, o software de pesquisa Scopus foi novamente utilizado. Dessa

vez, as palavras-chave foram: *Maturity Matrix*, *Maturity*, *Assessment Method Maturity*, *Maturity Model*, *Organizational Maturity*. Com a leitura dos artigos científicos encontrados nessa nova pesquisa, foi possível aprofundar o conhecimento sobre matriz maturidade para que uma nova matriz para avaliar a maturidade do *Lean Six Sigma* pudesse ser proposta.

Para desenvolver a nova matriz maturidade que será proposta por este trabalho, primeiramente estabeleceu-se que a mesma teria quatro níveis de maturidade. Usando como base o modelo de avaliação de Schlindwein (2009), apresentado na figura 1, foram definidos os seguintes níveis de maturidade possíveis:

- Nível 01: nenhum dos atributos necessários para o desenvolvimento do princípio é colocada em prática na organização;
- Nível 02: alguns poucos atributos necessários para o desenvolvimento do princípio são colocadas em prática na organização ou muitos dos atributos necessários para o desenvolvimento do princípio são colocadas em prática na organização, mas ainda estão em um estágio muito embrionário de desenvolvimento;
- Nível 03: muitos dos atributos necessários para o desenvolvimento do princípio são colocados em prática na organização e os mesmos se encontram em um estágio avançado de desenvolvimento;
- Nível 04: todos os atributos necessários para o desenvolvimento do princípio são colocados em prática na organização e os mesmos estão em completo estágio de desenvolvimento.

Figura 1 – Modelo de avaliação de Schlindwein

BAIXO	Classificação 3: A prática está em fase de adequação ou desenvolvimento	Classificação 4: A prática é <i>State-of-the-art</i> ou avançada	ALTO
	Classificação 1: Não aplica a prática	Classificação 2: Não aplica a prática em sua maioria	

Fonte: Adaptação de Schlindwein (2009)

Posteriormente, foi mensurado a Classificação de Maturidade (CM); o Índice Potencial de Maturidade (IPM) e o Nível de Maturidade Geral (NMG), baseado em métodos já validados que foram encontrados na literatura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 LEAN MANUFACTURING

O modelo de *Lean Manufacturing* surgiu no Japão, como resultado da crise existente no país após a Segunda Guerra Mundial, quando as taxas de desemprego estavam altas e o mercado encontrava-se destruído, com a produtividade do país inferior à da América. Baseado neste problema, criou-se um processo sistemático para evitar o desperdício (WOMACK; JONES, 1996).

Segundo Drohomeretski (2014), o *Lean Manufacturing* resultou de um processo de aprendizagem dinâmico que adaptou práticas dos setores automotivo e têxtil em resposta a um ambiente com vários contingentes no Japão naquele momento. Em outras palavras, não se resume a um pacote de recursos, mas sim um modelo que auxilia as companhias a ter uma visão mais clara das melhorias. Para a implementação do *Lean Manufacturing*, é necessário adaptar as técnicas às características da organização, dos clientes e dos fornecedores.

Para Staatsa, Brunnerb e Upton (2011), o sistema produtivo *Lean Manufacturing* tem como objetivos a redução da força de trabalho, do estoque, do tempo de entrega e do espaço de produção para atender a demandas do mercado ao mesmo tempo em que fornece um produto de alta qualidade a um menor preço.

No que diz respeito à definição de *Lean Manufacturing*, pode-se citar alguns autores da literatura. De acordo com Hopp e Spearman (2004), *Lean Production* é definido como um sistema integrado baseado na produção de produtos e serviços utilizando o mínimo de estoques com baixos custos. Para Shah e Ward (2007), *Lean Manufacturing* compreende um sistema sociotécnico integrado que tem como objetivo eliminar o desperdício por meio de da redução da variabilidade em fornecedores, clientes ou no interior da empresa.

O *Lean Manufacturing*, como ficou conhecido o Sistema Toyota de Produção, tem sido referenciado como “sistema de produção enxuta”. Os pilares do Sistema Toyota de Produção incluem a autonomação – ou automação com toque humano – o qual tem como princípio fornecer autonomia a máquinas, equipamentos e pessoas para parar a produção sempre que uma condição preestabelecida for atingida ou em condições anormais; e o *Just-in-*

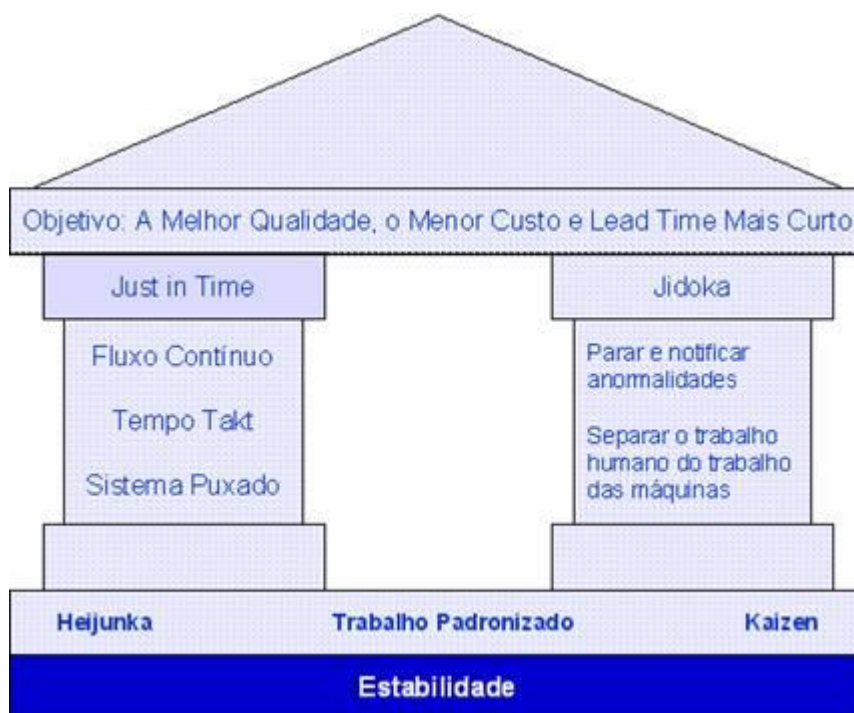
time, que tem como princípio gerar estoques apenas em níveis necessários ao sistema, produzindo em um tempo exato a necessidade de produtos (PACHECO, 2014)

Os efeitos do *Lean Manufacturing* na excelência operacional foram expressivos. No período de 1968 a 1978, por exemplo, a produtividade das indústrias americanas aumentou um tanto de 23,6%, enquanto as indústrias japonesas apresentaram um aumento de 89,10% (TERESKO “It came from Japan!” [Industry Week, February 1, 2005]).

Segunda a literatura, os princípios da produção enxuta envolvem os 4Ps: *philosophy* (filosofia), onde os líderes enxergam a empresa como um meio para agregar valor aos clientes, à sociedade, à comunidade e aos funcionários; *process* (processo), partindo do pensamento de que processos certos geram resultados certos; *people e partners* (pessoas parcerias), que institui como fundamental o desenvolvimento de longo prazo de pessoas e parceiros; e *problem solving* (solução de problemas), com foco na solução contínua da raiz dos problemas, o que leva a uma aprendizagem organizacional e à melhoria contínua (PACHECO, 2014).

O modelo produtivo de *Lean Manufacturing* possui cinco chaves principais: conhecimentos dos desperdícios; conhecimento da cadeia de valor; mapeamento do processo; sistema de produção puxada e melhorias contínuas (WOMACK E JONES, 1996; DHOROMERETSKI *et al.*, 2014; THOMAS, BARTON e CHUKE-OKAFOR, 2009).

Os conceitos envolvidos no *Lean Manufacturing* foram sintetizados na Casa do *Lean* – também conhecida como *Jidoka* – desenvolvido pela Toyota e modificado por outras organizações de manufatura. A Figura 2 é uma representação dessa síntese dos conceitos. *Jidoka* é uma palavra japonesa que é definida como "automação com mentalidade humana", o que implica em dar autonomia para máquinas, equipamentos e pessoas para interromper o processo sempre que houver uma condição anormal e intervir de forma a corrigir os problemas no momento exato em que aconteceram.

Figura 2 – Casa *Lean*

Fonte: www.Lean.org.br

2.2 SIX SIGMA

O *Six Sigma* foi criado pela Motorola em 1987. Em 1988, quando a empresa recebeu o prêmio *Malcolm Baldrige National Quality Award*, o modelo *Six Sigma* foi responsabilizado pelo sucesso da companhia. Entre os anos 1980 e 1990, a Motorola alcançou ganhos de \$2,2 bilhões de dólares como resultado da aplicação do modelo (DROHOMERETSKI *et al.*, 2014).

Inicialmente, o foco de aplicação do *Six Sigma* se dava no contexto da manufatura, porém, com a maturidade da abordagem ao longo dos anos, este modelo ganhou força nas áreas de serviços, saúde, alimentação, dentre outros setores. Atualmente, as organizações atuam aproximando o *Six Sigma* das questões estratégicas, a fim de definir diretrizes (PACHECO, 2014).

Pode-se entender o *Six Sigma* como uma estratégia de aperfeiçoamento do negócio que procura identificar e eliminar as causas dos defeitos ou erros no processo por meio de do foco em atividades que são relevantes aos clientes. A chave para o sucesso da implementação do

Six Sigma está relacionada ao comprometimento dos gestores, à infraestrutura de suporte, treinamento e dados estatísticos (GUTIÉRREZ, 2012). A combinação do *Six Sigma* com outras estratégias pode também aumentar os benefícios gerados.

O *Six Sigma* é uma ferramenta de estratégia de qualidade amplamente utilizada com foco no cliente e orientada a dados. O *Six Sigma* pode ser definido como um método organizado e sistemático para a melhoria do processo, baseado na coleta de informações métodos estatísticos e científicos para melhorar o desempenho e fazer reduções drásticas nos índices de defeitos. A filosofia do *Six Sigma* é reduzir as variações de um processo e ajudar a reduzir o custo do produto, bem como processo. Para isso, deve-se manter o processo dentro de seus limites de modo que os defeitos sejam praticamente inexistentes, com apenas 3.4 defeitos para cada milhão de oportunidades (CHAVAN, 2012; LIN *et al.*, 2013).

Dentre as metodologias aplicadas durante a fase de implementação do modelo *Six Sigma*, a DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) é a mais conhecida. Trata-se de um método estruturado com cinco passos para a melhoria estratégica do processo, em outras palavras, o principal propósito do DMAIC é guiar a aplicação do modelo *Six Sigma* considerando os cinco passos que o compõem: (1) Definir: Definir os focos centrais, que envolverão esclarecer o resultado que está sendo procurado, confirmar valor ao negócio, estabelecer limites e recursos, comunicar metas e planos e identificar os clientes e suas necessidades; (2) Medir: Coletar dados para validar e quantificar o problema / oportunidade de acordo com os objetivos, definindo prioridades e tomando boas decisões sobre quais critérios são necessários; (3) Analisar: Encontrar as raízes dos problemas por meio de de uma análise aprofundada do processo e do problema de modo a compreender os detalhes e identificar o culpado por trás do problema. (4) Melhorar: Desenvolver soluções e modificar os problemas e as declarações de metas para mostrar as descobertas. (5) Controlar: Certificar-se de um impacto de longo prazo sobre a forma como as pessoas trabalham, com a ajuda de um processo de monitoramento para acompanhar as mudanças que elas estabeleceram e criaram (LIN *et al.*, 2013). Por essa razão, o método DMAIC é usado para implementar o projeto de *Six Sigma* em situações onde o processo está sendo estudado. O quadro 1 traz uma síntese da metodologia DMAIC e suas principais ferramentas.

Quadro 1 – Metodologia DMAIC

Passo	Fase	Ferramentas
1	D - <i>Define</i>	Gráfico de Pareto; Termo de abertura do projeto
2	M - <i>Measure</i>	Estatística descritiva; análise de capacidade do processo do processo
3	A - <i>Analyse</i>	Mapa detalhado do processo; Diagrama espinha de peixe
4	I - <i>Improve</i>	Experimentações; Novos processos
5	C - <i>Control</i>	Controle estatístico do processo

Fonte: Kumar e Sosnoski (2009).

A aplicação do modelo *Six Sigma* envolve uma série de características, que podem ser considerados como passos para a implementação desse sistema produtivo. Dentre as características, destacam-se o entendimento das expectativas do projeto; análise da estratégia de mercado; seleção e liderança dos gestores para a implementação das melhorias; aplicação do DMAIC; seleção das ferramentas a serem utilizadas para a implementação; aplicação rápida do projeto (3 a 6 meses); definição clara dos resultados a serem alcançados; identificação de oportunidades para o aperfeiçoamento; adequação da infraestrutura para implementar as melhorias; implementação e controle dos resultados alcançados; foco no consumidor e no processo e foco nos dados estatísticos (DROHOMERETSKI *et al.*, 2014).

Entre as várias ferramentas da qualidade existentes, o *Six Sigma* é uma técnica relativamente recente que garante menor variação do processo e é responsável por grande melhoria no resultado final. Sendo assim, o *Six Sigma* tem sido utilizado principalmente em grandes empresas (CHAVAN, 2012). Essa técnica se difere das outras ferramentas da qualidade devido à sua abordagem '*top-down*' (de cima para baixo) e sua metodologia rigorosa que exige uma análise detalhada, decisões baseadas em fatos e um plano de controle para garantir o controle de qualidade em curso de um processo. Muitas empresas, desde a Motorola, onde o *Six Sigma* teve sua origem, até GE, Sony, Caterpillar, Johnson Controls entre outras adotaram o programa *Six Sigma* para melhorar a satisfação do cliente, reduzir a variabilidade e as perdas, garantir a qualidade do produto e garantir melhores processos e maior confiabilidade (LIN *et al.*, 2013).

A metodologia *Six Sigma* permite que os profissionais removam com precisão problemas difíceis do processo e também demonstrem as melhorias por meio de ferramentas estatísticas, como gráficos de controle e gráficos de Pareto (LIN *et al.*, 2013).

2.3 LEAN SIX SIGMA

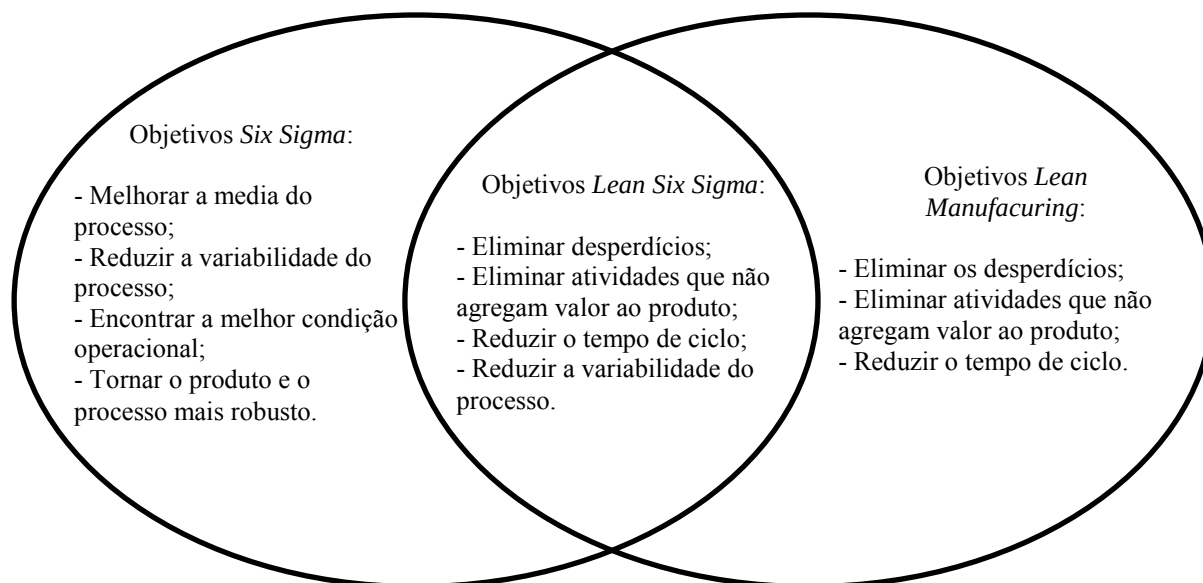
O modelo de *Lean Six Sigma* surgiu da integração do sistema de produção *Lean Manufacturing* com a metodologia do *Six Sigma*. De acordo com Snee (2010), *Lean Six Sigma* é definido como uma estratégia de negócio e, ao mesmo tempo, uma metodologia que aumenta o desempenho do processo, aumentando satisfação do cliente e os resultados.

Pepper e Spedding (2010) propõem a integração do *Lean Manufacturing* e do *Six Sigma*, já que tanto o sistema de produção puxada quanto o *Six Sigma* requerem que a organização tenha uma cultura focada na melhoria contínua. A integração dos dois modelos permite que os empregados possuam maior autonomia em relação ao processo operacional, tornando-o mais sólido.

A vantagem do uso conjunto dos modelos *Lean* e *Six Sigma* está na abordagem científica e quantitativa de qualidade oferecida pelo *Six Sigma* em relação às técnicas do *Lean Manufacturing*. Os projetos do *Six Sigma* visam a redução da variação de acordo com a proposta padrão, o que pode fazer com que haja um enfoque apenas na redução de custos, porém sem foco nas exigências do cliente. Desta forma, faz-se importante a da visão de fluxo do *Lean Manufacturing* (PACHECO, 2014).

Os objetivos principais do *Six Sigma* e *Lean Manufacturing* estão alinhados, isto é, ambos procuram a melhoria do processo. Os objetivos do modelo *Six Sigma* incluem alterar a média do processo, reduzir variações no processo, encontrar melhores condições de operação e tornar mais sólidos os produtos e processos. Já os objetivos do modelo *Lean Manufacturing* incluem a redução do desperdício, a redução de atividades não necessárias e a redução do ciclo de tempo. Desta forma, a integração dos dois sistemas leva à redução do desperdício, da mão de obra desnecessária, do tempo de processo e da instabilidade (SNEE, 2010). A Figura 3 traz os principais objetivos de cada uma dessas ferramentas e os principais benefícios do uso combinado das mesmas.

Figura 3 – Objetivos de melhoria do *Lean Six Sigma*



Fonte: Adaptado de Snee (2010).

Ainda de acordo com Snee (2010), o modelo *Six Sigma* é usualmente utilizado para a resolução de problemas complexos para os quais a solução é desconhecida. O objetivo deste modelo está em obter as causas do baixo desempenho, focando não apenas nos sintomas. A visão de fluxo do *Lean* auxilia o uso do *Six Sigma*, o que justifica o uso simultâneo de ambos os modelos.

Em um estudo de caso dirigido por Thomas, Barton e Chuke-Okafor (2009) em uma pequena companhia de engenharia do Reino Unido, foi reportado que com a aplicação do modelo de *Lean Six Sigma* na linha de produção, houve uma redução de 55% em custos com produtos não conformes, um aumento na efetividade de equipamentos de 34% para 55%, um aumento de 34% no tempo disponível para produção e uma redução de 12% no consumo de energia ao ano.

Oito características contribuem para o desenvolvimento do uso sinérgico do *Lean* e *Six Sigma*, as quais incluem a criação de resultados financeiros; a ativação do envolvimento dos gestores; o uso de uma abordagem disciplinada (DMAIC); a finalização rápida de projetos; a definição clara de sucesso; a criação de infraestrutura humana (*belts*); o foco nos clientes e nos processos; e o uso de uma abordagem estatística (SNEE, 2010).

Pepper e Spedding (2010), pensando sobre a construção de um novo modelo que integrasse o *Lean* e *Six Sigma*, definiram alguns aspectos que necessitam ser analisados, já

que o modelo deve ser estratégico e focado em processos, além de ter um balanceamento entre as duas filosofias, focando nas vantagens de cada uma, com equilíbrio entre a complexidade e a sustentabilidade. Neste caso, o *Lean Manufacturing* reforça a filosofia da estrutura e oferece direcionamento estratégico para a melhoria, orientando a dinâmica do sistema como um todo, e depois de identificados os pontos críticos, os projetos do *Six Sigma* focam na melhoria e conduzem o sistema para o estado futuro desejado.

O quadro 2 apresenta uma síntese dos principais critérios desses sistemas produtivos e as características de cada um deles baseado na revisão da literatura feita por Pacheco (2014).

Quadro 2 – Análise comparativa entre *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*.

Critério	<i>Lean Manufacturing</i>	<i>Six Sigma</i>
Origem	Toyota	Motorola e General Eletrics
Teoria	Eliminação de perdas e aumento de lucro	Reduzir a variação
Implementação	1. Especificar valor 2. Identificar o fluxo de valor 3. Fluxo 4. Puxar 5. Buscar a perfeição	1. Definir 2. Medir 3. Analisar 4. Melhorar 5. Controlar
Foco	No fluxo	No problema
Meta	Aumentar a produtividade	Aumentar os resultados do negócio
Objetivo estratégico	Simplificar	Estabilizar
Pressupostos	- A redução das perdas aumenta o desempenho do negócio - Várias pequenas melhorias são melhores do que a análise global do sistema	- Existe um problema - Ferramentas estatísticas são usadas - Melhoria na taxa de saída do sistema pela redução na variação

		nos processos
Efeito primário	Redução do tempo de fluxo	Taxa de saída do processo uniforme
Efeitos secundários	- Reduz a variabilidade - Gera saídas uniformes do processo - Redução de inventário - Fluxo é o medidor de <i>performance</i> dos gestores - Melhora a qualidade e a produtividade	- Reduz as perdas e gera ganho rapidamente - Reduz inventário - Variabilidade é o medidor de <i>performance</i> dos gestores - Melhora a qualidade - Cultura de mudança
Deficiências	- Não aplica ferramentas estatísticas ou sistemas de análises - Foco limitado em perdas	- Não considera a interdependência dentro do sistema - Melhorias de processos feitas de forma independente - Cria uma elite de empregados
Facilidade de implementação	Menor dificuldade	Dificuldade média
Nível gerencial de aplicação	Primeiro nível	Nível técnico e média gerência
Estrutura de implantação	Não faz referência	Belts e Champion
Efeito sobre a variabilidade	Reduz	Reduz
Principais contribuições	Puxar, <i>takt time</i> , <i>heijunka</i> , fluxo unitário de peças, mapeamento de fluxo de valor, respeito às pessoas	Estrutura organizacional com melhorias, projetos orientados e quantificação das reduções de custos

Aspectos do processo	- Gerenciamento do fluxo de trabalho pelo <i>just in time</i> - Otimização dos processos	- Ferramentas estatísticas específicas - Terminologias específicas - Estrutura de especialistas específica
Tamanho de lotes	Lotes pequenos em todo sistema	Não faz referência
Controle da produção	<i>Kanban</i> aciona a liberação da produção	Não faz referência
Planejamento da produção	- Planejamento detalhado da montagem final - As demais operações são acionadas para atender a montagem por meio de do <i>kanban</i>	Não faz referência
Distribuição do conhecimento	Conhecimento é compartilhado como redução de perdas e é de responsabilidade de todos	Conhecimento centralizado nos <i>belts</i> e a formação é altamente focada
Aspectos culturais dominantes	- Cultura de mínimo desperdício - Ênfase na melhoria contínua	- Empoderamento dos funcionários - Altera a filosofia - Foco em clientes
Estilo de liderança	Líder de perfil facilitador	Líder de perfil direcionador
Requerimento de dados	Quantidade e acuracidade de dados é parcialmente crítica em relação aos métodos tradicionais de produção	Exige elevadas quantidades e acuracidade de dados para a tomada de decisão

Inventário	Estoque zero é a meta e depende do número de <i>kanbans</i> no sistema	Não faz referência
Planejamento da capacidade	- Considera capacidade finita - É planejada por <i>kanban</i>	Não faz referência
Tecnologia de informação	Baixa necessidade	Recursos computacionais usados principalmente para análises estatísticas
Requisitos de estabilidade à implementação	Ambiente com alta estabilidade	Indiferente
Indicadores gerenciais de desempenho	- Custo-alvo - Custo- <i>kaizen</i>	DPMO (Defeitos por milhão de oportunidades)

Fonte: PACHECO, 2014.

2.4 MATRIZ MATURIDADE

A maturidade de um processo, ou de uma empresa, é outra ferramenta da qualidade que permite uma avaliação do desempenho organizacional. O Alinhamento da Maturidade é um conceito que se refere ao momento em que cada um dos componentes funcionais (estratégia, estrutura, sistemas, processos, etc.) apresenta o mesmo nível de maturidade – ou pelo menos níveis de maturidade próximos – agindo em sinergia rumo à realização dos objetivos organizacionais. O conceito de maturidade tem sido usado por muitos conceitos e modelos – como de maturidade individual, maturidade profissional, maturidade do mercado, maturidade da equipe, maturidade do processo, maturidade do projeto e maturidade organizacional. (ALBU, 2010).

O conceito de Maturidade tem suas raízes na gestão da qualidade total. Nesta ferramenta, é desenvolvida uma rede de maturidade que indica as fases pelas quais as

empresas precisam passar durante a adoção de práticas de qualidade. A ideia é de que pequenos passos evolutivos, ao invés dos revolucionários, são a base para a melhoria contínua dos processos. Com isso, identificam-se cinco estágios evolutivos – ou níveis de capacidade – para a adoção de práticas de qualidade em uma organização, partindo de um processo imaturo *ad hoc* para um processo maduro e disciplinado. Um nível de maturidade é um estágio evolutivo no qual um ou mais domínios dos processos da organização foram transformados para alcançar um novo nível de capacidade organizacional (ALBU, 2010). Considera-se que o nível de maturidade em uma dimensão é maior quanto mais próximo do ideal essa dimensão se encontra. No entanto, o nível de maturidade permite concluir nada a respeito do sucesso da organização. Uma organização pode operar com êxito em um nível mais baixo de maturidade se o ambiente é estável e com baixo risco, e será um desperdício de tempo e recursos tentar elevar o nível de maturidade dessa organização. Sendo assim, pode-se concluir que a organização precisa identificar seu nível de maturidade ideal, considerando a natureza e das ameaças e oportunidades no ambiente (ALBU, 2010).

A construção da matriz de maturidade é feita por meio de entrevistas ou questionários nos quais são identificados as dimensões relevantes e os diversos estágios de maturidade possíveis daquela organização. Os graus de maturidade variam de acordo com a complexidade dos processos avaliados. Em alguns casos, determinados níveis de maturidade só podem ser atingidos depois que alguns níveis anteriores fossem atendidos. Com as respostas do questionário em mãos, é possível construir a matriz de maturidade levando em consideração os diferentes pesos que cada dimensão possui de acordo com seu impacto no resultado final do processo. As maiores dificuldades na construção da matriz são definir a escala para cada dimensão – levando em consideração cada classe entre o ideal e o menos maduro – e selecionar pontos que representem os principais estereótipos organizacionais no contexto operacional (JESUS, 2014).

A matriz de maturidade pode então ser usada para diagnosticar a situação interna atual da organização, articular a situação futura desejada e coordenar os programas de mudança. Os componentes da matriz permitem identificar os estágios de maturidade nos quais estratégia, estrutura, decisões, equipe, sistema, controle, remuneração e recursos humanos se encontram. A matriz de maturidade ajuda a priorizar os programas de mudança em uma organização de acordo com as áreas mais necessitadas de melhorias. Trata-se de um modelo simples e fácil de usar que pode ajudar as organizações e seus profissionais a criar um entendimento compartilhado, fornecer um mapa do caminho para a mudança, identificando os perigos e

revisando as prioridades, monitorar e acompanhar a implantação da mudança, alinhar as ações de curto prazo com a estratégia de longo prazo, incentivar o comportamento consistente com a estratégia, promover o alinhamento entre os vários processos organizacionais e focar nos esforços para a mudança desejada. Por meio de da Matriz Maturidade, é possível avaliar a existência ou ausência de cada uma das áreas de processo da organização. Feito isso, a Matriz Maturidade dá como resultado uma maturidade global, ou seja, uma classificação de nível. Uma grande vantagem desse tipo de abordagem é que é possível avaliar todas as áreas de processo cada qual com seu nível de maturidade específico. Com isso, a ferramenta permite reconhecer que algumas áreas de processo podem ter atingido nível superior de maturidade enquanto que a organização atingiu um nível global inferior de maturidade. (ALBU, 2010; (MENG, SUN, JONES, 2011).

No entanto, estratégia é a única dimensão que leva em consideração o ambiente externo (como concorrência, clientes). As outras dimensões focam no ambiente interno à organização, especialmente em como as unidades estão estruturadas e quais os sistemas e processos que adotam. Os resultados organizacionais não estão entre as características analisadas. O modelo enfatiza os objetivos estratégicos, a fim de compensar a falta dos resultados. Outro ponto fraco dessa abordagem é que valores e crenças compartilhadas formar uma abordagem idealista hoje; são poucas as organizações que têm valores e crenças compartilhadas como um método de alinhamento (ALBU, 2010).

Para Jesus (2014), o método de análise de desenvolvimento das empresas por meio de de matriz maturidade tem como finalidade avaliar profundamente o processo das empresas nos quais o mesmo é aplicado. Para atingir tal objetivo, podem ser realizados cálculos em três etapas. O primeiro cálculo que pode ser feito a partir da matriz maturidade é a mensuração da Classificação de Maturidade (CM). O segundo índice que pode ser calculado a partir da matriz maturidade é o Índice Potencial de Maturidade adaptado (IPM), baseado no modelo de Follmann (2012). Por fim, o terceiro cálculo que pode ser feito com os dados da matriz maturidade é de mensuração do Nível de Maturidade Geral (NMG) do processo.

Ainda de acordo com Jesus (2014), pode-se estabelecer como serão realizados os cálculos de cada índice. O cálculo da Classificação de Maturidade (CM) para a organização é realizado a partir das respostas fornecidas pela empresa pesquisada. Este índice é obtido por meio de da moda, ou seja, da classificação que mais aparece nas respostas de cada princípio. O segundo índice calculado é o Índice do Potencial de Maturidade (IPM) adaptado, baseado

nos estudos de Follmann (2012). Este índice utiliza o seguinte raciocínio de maneira adaptada: cada prática possui 4 classificações com, escala de 1 a 4. Assim, a organização terá no máximo 3 classificações para avançar até atingir a maturidade. Considerando que sejam avaliados N práticas pela matriz maturidade, tem-se 3xN estágios para a maturidade da empresa. Logo, tem-se:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{np1 \times 3 + np2 \times 2 + np3 \times 1}{3 \times N} \right) \right] \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

IPM = Índice do Potencial de Maturidade Adaptado ;

np1 = número de práticas de classificação 1;

np2 = número de práticas de classificação 2;

np3 = número de práticas de classificação 3.

Multiplica-se o número de práticas pela quantidade de classificações que faltam para atingir a maturidade. Desta forma, o np1 é multiplicado por 3, pois ainda faltam 3 níveis para que a organização atinja a maturidade completa e assim por diante. Desta forma, o IPM adaptado de 60% em uma organização, por exemplo, indica que do total de N práticas avaliadas, 60% já alcançaram o maior nível de maturidade possível. Nesse raciocínio, uma organização com o IPM adaptado de 40% tem a necessidade de um maior esforço financeiro e de tempo para alcançar a maturidade do que outra com IPM adaptado de 80%.

Depois de calculados os Índices do Potencial de Maturidade Adaptado para cada critério, pode-se calcular o Índice do Potencial de Maturidade Adaptado Global através de uma média ponderada.

$$IPM \text{ Global} = \frac{\sum IPM}{\text{Número de princípios}} \quad (2)$$

Para o terceiro cálculo, o Nível de Maturidade Geral (NMG), são utilizados pesos para os princípios avaliados. Para determinação do Nível de Maturidade Geral, será utilizado a média ponderada das práticas com intuito de calcular o intervalo de pontos entre as classificações. Este cálculo será realizado em duas etapas: a primeira parte é a determinação da quantidade de práticas e a segunda consiste na aplicação dos pesos. O cálculo segue o seguinte raciocínio: a classificação 4 terá pontuação máxima se a organização marcar “4” em

todas as afirmações referentes as práticas de determinado princípio. Desta forma, multiplica-se a quantidade de práticas de cada princípio por 4, para identificar a pontuação máxima que a organização pode obter em cada elemento. Para facilitar o raciocínio, Jesus (2014) desenvolveu a seguinte fórmula:

$$tap_y = qp \times vc_y \quad (3)$$

Sendo:

tap_y = total antes dos pesos, ou seja, total de práticas antes da aplicação dos pesos, com $y = \{y \in \mathbb{N} \mid 1 \leq y \leq 4\}$;

qp = quantidade de práticas do princípio;

vc_y = valor da classificação com $y = \{y \in \mathbb{N} \mid 1 \leq y \leq 4\}$.

O mesmo raciocínio será utilizado para a determinação dos valores referentes aos princípios com classificação 3, 2 e 1.

A segunda parte do cálculo consiste na aplicação dos pesos, ou seja, multiplicação dos resultados obtidos pelos pesos correspondentes de cada princípio. O cálculo pode ser feito a partir da seguinte fórmula:

$$My_y = \frac{\sum tap_y \times p}{\sum p} \quad (4)$$

Sendo:

My = média ponderada de cada classificação com $y = \{y \in \mathbb{N} \mid 1 \leq y \leq 4\}$;

tap_y = total antes do peso, obtido pelos cálculos efetuadas no quadro 1;

p = valor dos pesos das infraestruturas e das interfaces obtidos no quadro 2.

Desta forma, com os valores máximos de cada classificação estabelecidos, pode-se definir o intervalo em que cada classificação está inserida e, posteriormente, avaliar o Nível de Maturidade Geral.

3 RESULTADOS

Para a construção da matriz maturidade, foi feito um estudo bibliográfico aprofundado a respeito do *Lean Manufacturing*, do *Six Sigma* e do *Lean Six Sigma* para identificar os principais pilares de cada um desses sistemas produtivos, destacados no quadro 3. A partir desse quadro, foi possível identificar a sinergia entre o *Lean Manufacturing* e o *Six Sigma*, bem como clarificar os principais autores que abordaram princípios comuns entre o *Lean Manufacturing* e o *Six Sigma*. A partir desse quadro, foram definidos os aspectos que foram definidos para a Matriz Maturidade proposta.

3.1 PRINCIPIOS DO *LEAN SIX SIGMA*

Após analisar os principais pilares de cada um dos sistemas produtivos estudados, foram definidos dez princípios que se fazem necessários para o desenvolvimento do *Lean Six Sigma* nas organizações. Depois de definidos os princípios, foi feito um estudo de cada um deles de modo a identificar os atributos necessários para que esse princípio fosse considerado como totalmente desenvolvido. A identificação dos atributos permitiu também que a análise de cada princípio se tornasse mais pragmática, pois a avaliação de cada princípio ficou mais estruturada e objetiva. Os princípios e seus atributos estão apresentados no quadro 4.

Quadro 4 – *Checklist* dos atributos necessários para o desenvolvimento dos princípios

Princípio	Nível de Maturidade			
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Melhorias Contínuas				
Comprometimento com plano de ação				
Motivação do líder do grupo				
Envolvimento da equipe				
Conhecimento do tema pelo líder				
Conhecimento do tema pelos membros do grupo				
Conhecimento do método pelo líder				
Conhecimento do método pelos membros do grupo				
Apoio da alta administração				
Entendimento dos objetivos buscados				
Integração na equipe				
Aplicação do 5S				
Pessoas com maior autonomia em relação ao processo				
Capacidade para realizar o trabalho				
Os funcionários devem lidar com as exigências de tomada de decisões				
Identidade do funcionário com a tarefa a ser desempenhada				
Feedback sobre o desempenho e realização do funcionário				
Informações e recursos de fácil acesso				
Cultura de aprendizagem				
Disposição dos líderes para confiar nos funcionários e aceitar os riscos				
Eliminação dos desperdícios				
Tomada das decisões administrativas a longo prazo				
Criação de um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona				
Uso de sistemas “puxados” para evitar a superprodução				
Nivelamento da carga de trabalho				
Construção de uma cultura de parar e resolver problemas				
Tarefas padronizadas				
Uso de controle visual para que nenhum problema fique oculto				
Uso somente de tecnologia confiável e plenamente testada				
Desenvolvimentos de líderes que compreendam o trabalho por completo				
Desenvolvimento de pessoas sigam a filosofia da empresa				
Respeito à rede de parceiros e de fornecedores				
Compreensão por completo do processo e das situações				
Tomada de decisões feita lentamente por consenso				
Aprendizagem pela reflexão incansável e pela melhoria contínua				

Quadro 4 – Continuação

Redução da força de trabalho				
	Inserção de novas tecnologias			
	Rapidez na transmissão de informações			
	Flexibilização da organização da força de trabalho			
Infraestrutura de suporte				
	Abordagem estrutural e sistêmica para a resolução de problemas			
	Técnicas analíticas aprovadas			
	Pessoal qualificado para melhorias			
	Sistemas de gerenciamento			
Redução do tempo de entrega (<i>Takt Time</i>)				
	Solução imediata de defeitos que ocorram no processo			
	Fluxo homogêneo de contínuo de fabricação			
	Controle do tempo de ciclo do processo			
	Implantação de painéis de gestão visual			
	Padronização do processo			
Envolvimento de gestores				
	Garantir relevância dos temas tratados e a conexão com os macro-objetivos			
	Fazer o apoio e acompanhamento do dia-a-dia dos grupos			
	Criação de cultura organizacional focada em comunicação efetiva			
Abordagem disciplinada (DMAIC)				
	Definição: necessidade do projeto, cliente, quais as objeções, dentre outros			
	Mensuração: métricas principais do projeto			
	Análise: lacunas no processo, causas, recursos			
	Melhoria: definição de quais as chaves para implementação das mudanças			
	Controle: riscos, tarefas, custos; relatórios			
Criação de infraestrutura humana				
	Melhoria da capacidade individual			
	Respeito o ser humano e criação de um ambiente proativo			
	Oferecimento de programas de treinamento e desenvolvimento			
	Preparo dos colaboradores para a execução imediata das tarefas			
	Criação de oportunidades para o contínuo desenvolvimento pessoal			
	Mudança das atitudes dos indivíduos, criando um ambiente satisfatório			
Uso de abordagens estatísticas				
	Coleta e arquivamento de dados			
	Decisões baseadas em dados			
	Diagrama de causa e efeito			
	Gráficos de controle			
	Gráfico de Pareto			
	Histograma			
	Análise de capacidade do processo			
	Mapa de processos			
	Desdobramento da função qualidade (QFD)			
	Análise de modo e efeito da falha (FMEA)			

Fonte: elaborada pelo autor

Os atributos são avaliados independentemente uns dos outros e, a partir da classificação dos atributos, é possível atribuir um nível de maturidade para o princípio.

3.2 PROPOSTA DA MATRIZ MATURIDADE

Para os cálculos dos índices de maturidade, são usadas somente as avaliações dos princípios, de modo a tornar os cálculos mais simples e, portanto, fazer com que a ferramenta seja de fácil replicabilidade.

A Matriz Maturidade simplificada está apresentada no quadro 5.

Quadro 5 – Matriz maturidade

Princípio	Nível de Maturidade			
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Melhorias Contínuas				
Pessoas com maior autonomia em relação ao processo				
Eliminação dos desperdícios				
Redução da força de trabalho				
Infraestrutura de suporte				
Redução do tempo de entrega (<i>Takt Time</i>)				
Envolvimento de gestores				
Abordagem disciplinada (DMAIC)				
Criação de infraestrutura humana				
Uso de abordagens estatísticas				

Fonte: elaborada pelo autor

3.3 TESTE DA MATRIZ MATURIDADE

A fim de avaliar se a matriz maturidade proposta é bem estruturada e de fácil aplicação nas organizações, foi feito um teste-piloto de caráter experimental, aplicado a uma pequena amostra, com a finalidade de avaliar os aspectos de funcionamento da matriz maturidade e corrigir eventuais falhas antes de sua proposta definitiva.

A empresa na qual a matriz maturidade foi testada é uma multinacional francesa do setor de autopeças, líder mundial na produção de peças automotivas exteriores injetadas, situada no Vale do Paraíba/SP.

Para o teste-piloto, foi feito um *checklist* de todos os atributos definidos dentro de cada princípio, avaliando se o mesmo estava no nível 1, 2, 3 ou 4 de desenvolvimento. Os resultados obtidos foram sintetizados no quadro 6.

3.3.1 Melhorias contínuas (*Kaizen*)

Para o desenvolvimento do princípio “Melhorias contínuas” dentro da organização, observou-se os seguintes pontos para cada atributo:

- **Comprometimento com plano de ação:** refere-se à busca da equipe por atender os prazos estabelecidos no plano de ação: a empresa cria os planos de ação na presença de todos os funcionários envolvidos com o problema em questão, solicitando que o responsável de cada ação defina o prazo limite para que aquela ação seja cumprida. Reuniões semanais dos gestores com os funcionários são realizadas para fazer o *follow-up* do plano de ação e garantir que as mesmas serão realizadas dentro do cronograma pré-estabelecido.

- **Motivação do líder do grupo:** refere-se à capacidade do líder em motivar os membros da equipe para alcançar os objetivos (prazos, realização das ações) do projeto de melhoria: nas reuniões semanais dos *times*, os gestores e diretores sempre buscam valorizar as ações que de alguma maneira trouxeram impactos positivos para a empresa. Além disso, os gestores e diretores estão sempre diretamente envolvidos com os eventuais problemas que surgem, mostrando envolvimento com o *time*.

- **Envolvimento da equipe:** refere-se à capacidade dos membros da equipe de se comprometerem para alcançar os objetivos do projeto de melhoria: o *time* está sempre muito envolvido com os problemas da empresa, em grande parte devido às reuniões realizadas com frequência para acompanhar o *status* das situações que exigem maior atenção.

- **Conhecimento do tema pelo líder:** refere-se ao domínio do líder quanto ao tema do projeto de melhoria: os gestores e diretores estão sempre intimamente interligados com as questões do dia a dia da empresa, além de que a disposição das salas e baias de trabalho permite que os gestores e diretores estejam a disposição de qualquer funcionário, tornando-o mais inteirado das questões acerca dos temas discutidos na organização.

- **Conhecimento do tema pelos membros do grupo:** refere-se ao domínio dos membros do grupo quanto ao tema do projeto de melhoria: os membros do *time* estão sempre atualizados com os temas de maior relevância do dia, uma vez que são feitas breves reuniões matinais diariamente para discutir os assuntos que exigem atenção.

- Conhecimento do método pelo líder: refere-se ao domínio do líder para executar (aplicar) o método PDCA para atingir os objetivos do projeto de melhoria: os líderes recebem muitos treinamentos para conhecerem os procedimentos e desenvolverem habilidades de aplicá-los no dia a dia. O PDCA é utilizado em todos os setores da empresa, com foco direcionado para a devida área, de modo a controlar a situação e garantir que os objetivos do projeto de melhoria serão atendidos.

- Conhecimento do método pelos membros do grupo: refere-se ao domínio dos membros do grupo para executar (aplicar) o método PDCA para atingir os objetivos do projeto de melhoria: os membros do grupo recebem treinamentos de como identificar ações, riscos e situações que exigem um controle mais rigoroso para atingir os objetivos de melhoria. Além disso, o contato diário com o PDCA o torna uma ferramenta conhecida e de fácil aplicação por qualquer funcionário da empresa.

- Apoio da alta administração: refere-se à participação ativa da alta direção da empresa no apoio à equipe de trabalho, no acompanhamento da realização das ações e incentivo aos envolvidos na busca dos resultados do projeto de melhoria: a alta administração está à disposição de todos os funcionários, sempre aberta a ouvir o que os funcionários tem a dizer. A alta administração também está envolvida nas reuniões sempre que necessário, com o intuito de ajudar na tomada de decisão e compartilhar os riscos com os funcionários.

- Entendimento dos objetivos buscados: refere-se aos membros da equipe e líder terem entendimento e alinhamento claro dos objetivos do projeto de melhoria: os objetivos buscados sempre são reforçados e as expectativas alinhadas com o *time*, traçando micro-objetivos nas reuniões semanais na busca de atingir os macro-objetivos da empresa.

- Integração na equipe: refere-se ao relacionamento profissional da equipe, na maneira com que cada membro deve completar o conhecimento do outro, de como a equipe se integra e interage: a integração da equipe é muito eficiente, devido, principalmente, a dois fatores: as reuniões realizadas com frequência, que alinham as informações e permitem que cada membro entenda o *status* dos outros setores; e a disposição das mesas sem divisão de salas, apenas divisões por baias, o que melhora significativamente a comunicação e integração do *time*.

- Aplicação do 5S (*Seiri* – senso de utilização, *Seiton* – senso de organização, *Seiso* – senso de limpeza, *Seiketsu* – senso de padronização e saúde e *Shitsuke* – senso de disciplina e

autodisciplina): todos os setores da empresa aplicam 5S, desde a administração até a área produtiva. Cada setor tem um responsável por garantir que o 5S está sendo aplicado corretamente e os painéis com informações de gestão visual trazem um folheto explicativo do 5S e como aplicá-lo naquele setor. Além disso, a empresa incentiva o preenchimento espontâneo de formulários que retratem alguma situação na qual o 5S não foi respeitado dentro da empresa.

3.3.2 Pessoas com maior autonomia em relação ao processo

Para o desenvolvimento do princípio “Pessoas com maior autonomia em relação ao processo” dentro da organização, observou-se os seguintes pontos para cada atributo:

- Capacidade para realizar o trabalho: todos os funcionários recebem treinamentos intensivos e focados na sua função. Treinamentos on-line também estão disponíveis em diversos idiomas para o aperfeiçoamento da mão-de-obra da empresa.

- Os funcionários devem lidar com as exigências de tomada de decisões: apesar de os funcionários terem certo grau de independência para tomar decisões dentro da empresa, parte das decisões ainda é tomada em conjunto com os líderes e com a alta administração, o que acarreta no compartilhamento dos riscos consequentes das tomadas de decisão.

- Identidade do funcionário com a tarefa a ser desempenhada: com a realização de treinamentos periódicos, os funcionários se sentem cada vez mais confortáveis na função que desempenham, o que contribui para a satisfação pessoal e para o desempenho das tarefas.

- *Feedback* sobre o desempenho e realização do funcionário: os *feedbacks* a respeito do desempenho dos funcionários nem sempre é feito formalmente, o que torna os *feedbacks* um pouco menos frequentes do que deveriam ser, visto que não há uma situação formal e sistêmica que crie a oportunidade do gestor ou do gerente dar um *feedback*.

- Informações e recursos de fácil acesso: as informações estão sempre facilmente acessíveis e qualquer funcionário tem meios de conseguir as informações necessárias para que possa desempenhar sua função.

- Cultura de aprendizagem: a autonomia se desenvolve em empresas que valorizam a aprendizagem e aceitam erros razoáveis como parte natural do processo: apesar da empresa valorizar a aprendizagem e estar sempre proporcionando meios de capacitar os seus funcionários, ainda existe a necessidade de proporcionar mais oportunidade de capacitação para funcionários da linha de produção.

- Disposição dos líderes para confiar nos funcionários e aceitar os riscos: os líderes designam responsabilidades para os membros do *time* de modo a incentivá-los a fazer boas tomadas de decisão, avaliando os riscos e oportunidade que podem surgir na situação avaliada.

3.3.3 Eliminação dos desperdícios

Para o desenvolvimento do princípio “Eliminação dos desperdícios” dentro da organização, observou-se os seguintes pontos para cada atributo:

- Tomada das decisões administrativas em uma filosofia de longo prazo, mesmo que em detrimento de metas financeiras de curto prazo: as decisões administrativas sempre buscam o crescimento da empresa a longo prazo.

- Criação de um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona: todos os processos da empresa tem fluxos contínuos para facilitar a identificação de problemas e o local onde eles ocorrem.

- Uso de sistemas “puxados” para evitar a superprodução: a empresa trabalha com o sistema de produção JIS (*Just-in-Sequence*), de modo a puxar a produção e evitar estoques desnecessários.

- Nivelamento da carga de trabalho: a carga de trabalho é uniformemente distribuída, de modo a garantir que todos os funcionários estão com a carga de trabalho nivelada.

- Construção de uma cultura de parar e resolver problemas, para obter a qualidade desejada logo na primeira tentativa: apesar do qualidade ser desejada desde a primeira tentativa, em algumas situações ainda é possível ver casos nos quais os produtos não estavam

com a qualidade desejada logo no início mas a produção continuou, sem a preocupação de identificar a causa raiz do problema.

- Tarefas padronizadas são a base da melhoria contínua e da capacitação dos funcionários: as tarefas são extremamente padronizadas, de modo a garantir que funcionários distintos façam produtos com o mesmo nível de qualidade; e a capacitação está sempre à disposição dos funcionários da empresa.

- Uso de controle visual para que nenhum problema fique oculto: a empresa faz uso de painéis visuais que trazem um resumo geral da situação daquele setor ou daquela área. Os painéis são usados em todos os setores, inclusive na área produtiva.

- Uso somente de tecnologia confiável e plenamente testada que atenda aos funcionários e processos: a empresa faz uso de tecnologias que já foram previamente testadas e que atendam aos rigorosos padrões de qualidade e segurança no trabalho estabelecidos pela empresa.

- Desenvolvimento de líderes que compreendam completamente o trabalho, vivam a filosofia e ensinem os outros: todos os funcionários – inclusive os líderes – passam, durante a primeira semana de trabalho, por um *job rotation* em todas as funções da linha de produção, a fim de conhecer o processo produtivo por completo e entender suas limitações. Dessa maneira, todas as funções são igualmente valorizadas e os líderes compreendem completamente o trabalho não somente deles, mas de todos os outros funcionários.

- Desenvolvimento de pessoas e equipes excepcionais que sigam a filosofia da empresa: a empresa esta sempre buscando desenvolver e incitar a capacitação dos seus funcionários. Para isso, são realizados treinamentos *online* e *in-loco*, dentro e fora do país. Com isso, os funcionários estão cada vez mais envolvidos com a empresa e sua filosofia e são capazes de aplicá-la no dia a dia de trabalho. No entanto, os funcionários da linha de produção não recebem treinamentos com tanta intensidade e, por isso, tem mais dificuldade de entender e seguir a filosofia da empresa.

- Respeito à sua rede de parceiros e de fornecedores, desafiando-os e ajudando-os a melhorar: a organização avaliada trabalha, na maioria das vezes, com os mesmos fornecedores, com os quais já foram criados canais de comunicação específicos. Com isso, o relacionamento com os fornecedores e parceiros é facilitado.

- Compreensão por completo do processo e das situações: os líderes e gerentes estão sempre muito envolvidos com as situações que ocorrem no dia a dia. No entanto, a especificação demasiada em algumas áreas torna mais trabalhosa a comunicação entre os setores dentro da empresa e por algumas vezes é possível observar dificuldades de que os funcionários de um setor compreenda a situação pela qual outro setor esta enfrentando.

- Tomada de decisões feita lentamente por consenso, considerando completamente todas as opções; implementações com rapidez: As tomadas de decisão são feitas, em sua maioria das vezes, de maneira lenta e consensual. Geralmente, tomadas de decisão importantes e que exigem *times* multifuncionais são feitas na presença do gestor de cada área, para garantir que todos os setores da empresa estão alinhados quanto às decisões tomadas, e sempre são levadas em consideração todas as opções possíveis, e muitas vezes são feitas matrizes de decisões para auxiliar no vislumbre de todos os aspectos positivos e negativos de cada uma das opções. A dificuldade desse atributo é que o setor automotivo é muito dinâmico e nem sempre há tempo hábil para reunir os gestores e discutir cada uma das opções em conjunto, o que culmina em algumas poucas decisões tomadas somente pela alta administração.

- Aprendizagem pela reflexão incansável e pela melhoria contínua (autorreflexões sobre dificuldades e falhas): a empresa sempre monitora o processo, de modo a identificar sinais de falhas e dificuldades. Quando uma falha é identificada, o *time* se reúne para descobrir a provável causa desse problema e a solução da causa raiz do problema. Uma vez identificada a falha, um documento a respeito de falhas é retroalimentado com a causa raiz, a solução adotada e as situações futuras na qual essa mesma solução poderia contribuir para a melhoria do processo. Com isso, cria-se um banco de dados de falhas, causas-raiz e soluções.

3.3.4 Redução da força de trabalho

Para o desenvolvimento do princípio “Redução da força de trabalho” dentro da organização, observou-se os seguintes pontos para cada atributo:

- Inserção de novas tecnologias: a empresa estudada faz uso de novas tecnologias no seu processo produtivo, todavia, essas tecnologias recentes ainda não respondem pela maior parte da tecnologia disponível na empresa. Além disso, alguns trabalhos da linha de produção que

poderiam ser facilmente robotizados ainda são realizados por operadores, devido a falta de inserção de novas tecnologias.

- Rapidez na transmissão de informações: as informações são rapidamente transmitidas dentro da organização, que conta com diferentes canais de comunicação para agilizar a transmissão de informações, mas ainda assim existem leves dificuldades na transmissão de informações em alguns casos, gerando maior lentidão na transmissão de informações.

- Flexibilização da organização da força de trabalho: devido ao alto nível de especialização que cada funcionário tem, é difícil flexibilizar a força de trabalho, visto que são alguns poucos funcionários que estão treinados e prontos para assumir um diferente posto de trabalho.

3.3.5 Infraestrutura de suporte

Para o desenvolvimento do princípio “Infraestrutura de suporte” dentro da organização, observou-se os seguintes pontos para cada atributo:

- Abordagem estrutural e sistêmica para a resolução de problemas: a empresa tem procedimentos e documentos que tem enfoque na resolução de problemas, facilitando a abordagem estrutural e sistêmica para a resolução de problemas. Porém, apesar do procedimento estar disponível para todos os funcionários, nem sempre ele é de conhecimento destes. Falta a mentalidade focada em buscar e realizar os procedimentos conforme as orientações corretas.

- Técnicas analíticas aprovadas: a empresa faz uso de técnicas analíticas aprovadas para prever possíveis resultados simulando cenários e valores das variáveis envolvidas na situação, como, por exemplo, o ERP. No entanto, as ferramentas não são de fácil aplicabilidade para qualquer funcionário da empresa, uma vez que exige certo grau de conhecimento para serem aplicadas.

- Pessoal qualificado para melhorias: a empresa em questão tem um setor voltado apenas para a melhoria contínua dentro da organização. Esse setor cuida das melhorias em todos os outros setores da organização e visa sempre qualificar pessoas de outros

departamentos para que elas também se qualifiquem para melhorias em seus respectivos departamentos.

- Sistemas de gerenciamento: a empresa utiliza um sistema de arquivamento de dados que permite acessar dados de todas as outras filiais da companhia ao redor do mundo. Além desse sistema de gerenciamento a nível global, a empresa tem sistemas de gerenciamento menores que cobrem os assuntos específicos da filial do Brasil.

3.3.6 Redução do tempo de entrega (*Takt Time*)

Para o desenvolvimento do princípio “Redução do tempo de entrega (*takt-time*)” dentro da organização, observou-se os seguintes pontos para cada atributo:

- Solução imediata de defeitos que ocorram no processo: a empresa tem a filosofia de resolver os problemas de processo no exato momento que eles ocorrem. Contudo, a identificação dos defeitos de processo nem sempre são feitos rapidamente, o que acarreta numa demora maior do que o ideal para a solução dos defeitos no processo.

- Fluxo homogêneo e contínuo de fabricação: a empresa tem fluxo contínuo no processo puxador, fundamental para atender melhor o cliente e suavizar a demanda para os processos por ele puxados, homogeneizando o ritmo de operação dos demais processos.

- Controle do tempo de ciclo do processo: a empresa faz um controle rigoroso do tempo de ciclo do processo, a fim de garantir que o processo está dentro dos limites de controle. Com o controle do tempo de ciclo do processo, é possível também configurar novos objetivos para que a empresa esteja sempre em busca de melhores indicadores.

- Implantação de painéis de gestão visual: em função das peças a serem fabricadas, das etapas da produção e até mesmo dos equipamentos utilizados: a empresa faz uso de painéis visuais em todos os setores. Os painéis são localizados em área de boa visibilidade e contêm as informações mais importantes para o departamento. Os painéis são acessíveis para que todos os funcionários tenham as informações necessárias ao processo em mãos. Além disso, os painéis garantem a comunicação de forma rápida e efetiva.

- Padronização do processo: os processos são rigorosamente padronizados na organização, de modo que as instruções de trabalho são registradas e documentadas. Estas instruções preveem as operações a serem realizadas, a sequência de cada uma delas, o tempo necessário para execução, as ferramentas necessárias, o espaço necessário, os equipamentos e dispositivos necessários e também os parâmetros do processo. Dessa maneira, o processo fica padronizado e a identificação de etapas que não agregam valor é facilitada.

3.3.7 Envolvimento dos gestores

Para o desenvolvimento do princípio “Envolvimento dos gestores” dentro da organização, observou-se os seguintes pontos para cada atributo:

- Garantir relevância dos temas tratados e se há conexão com os macro-objetivos da empresa: os funcionários são divididos em grupo na empresa e cada grupo tem o seu *group leader*, responsável por incentivar e dar suporte ao restante do *time*. Os gestores dão apoio e fazem acompanhamento do dia-a-dia dos grupos, analisando se os temas tratados pelos grupos estão alinhados com os macro-objetivos da empresa.

- Fazer o apoio e acompanhamento do dia-a-dia dos grupos garantindo viabilização das condições e dos recursos necessários: os gestores estão sempre fazendo reuniões rápidas semanais com os *times*, para entender quais são as maiores dificuldades e necessidades que cada *time* está enfrentando.

- Criação de cultura organizacional focada em comunicação efetiva entre os gestores e os funcionários: a empresa não tem ciclos de *feedback* formais e periódicos entre funcionários e gestores, para que todos tenham uma visão clara da estratégia e metas da empresa. Apesar disso, a empresa incentiva uma cultura em que gestores, líderes e liderados tem liberdade para conversar de maneira mais informal, permitindo que informações importantes sejam compartilhadas naturalmente entre todos

3.3.8 Abordagem disciplinada (DMAIC)

Para o desenvolvimento do princípio “Abordagem disciplinada (DMAIC)” dentro da organização, observou-se os seguintes pontos para cada atributo:

- Definição: necessidade do projeto, cliente, quais as objeções, dentre outros: a organização sempre tem de maneira muito clara as definições necessárias para dar continuidade ao projeto. Quando as informações não estão claras como a organização gostaria, são criados planos de ação para instigar os funcionários a buscarem as informações necessárias para a definição do escopo do projeto e do processo.

- Mensuração: métricas principais do projeto: a organização faz uso de muitas ferramentas de qualidade que permitem levantar e coletar dados, bem como avaliar as metas e variáveis que implicam nos resultados buscados.

- Análise: lacunas no processo, causas, quais os recursos para superação dos obstáculos: a organização faz uma análise dos dados previamente coletados a fim de entender que tipo de informação esses dados podem gerar. Além disso, a organização busca entender quais são as causas dos problemas e como as variáveis do processo podem interferir no processo como um todo.

- Melhoria: definição de quais as chaves para implementação das mudanças; avaliação dos resultados produzidos pelas mudanças: uma vez identificados os problemas e suas respectivas causas-raiz, a empresa busca traçar planos de ações focados na melhoria desses problemas. Algumas vezes são também sugeridas mudanças nos processos. Uma vez terminada a melhoria, a organização documenta todo o processo de mudança, com o intuito de criar um banco de dados voltado para a melhoria do processo.

- Controle: riscos, tarefas, custos; relatórios: a empresa faz um monitoramento rigoroso sobre as variáveis do processo. Caso alguma das variáveis esteja fora dos limites de controle, a organização busca restabelecê-la em sua condição de normalidade. Além desse tipo de controle do processo, a empresa faz também controle periódico dos riscos, oportunidades, faturamento, dentre outras variáveis do processo.

3.3.9 Criação de infraestrutura humana

Para o desenvolvimento do princípio “Criação de infraestrutura humana (Treinamento)” dentro da organização, observou-se os seguintes pontos para cada atributo:

- Melhoria da capacidade individual: a empresa oferece diversos cursos e treinamentos para os funcionários, tanto *on-line* quanto *in-loco*, que são, em sua maioria, obrigatórios, uma vez que visam o desenvolvimento dos funcionários a nível profissional e pessoal. Todavia, os cursos e treinamentos estão disponíveis, na maioria das vezes, apenas para funcionários de determinados setores.

- Respeito o ser humano e criação de um ambiente proativo: a empresa valoriza muito o ambiente de trabalho saudável e está sempre incentivando a pro-atividade entre os funcionários, de modo a torná-los mais envolvidos com as questões da empresa e mais dispostos a agir em busca do alcance dos objetivos da empresa.

- Oferecimento de programas de treinamento e desenvolvimento que estejam diretamente relacionados aos propósitos organizacionais: a organização promove treinamentos focados nas funções de cada um dentro da empresa. Além desses treinamentos, os funcionários recebem muitas instruções de trabalho e benefícios em cursos externos à empresa para incentivar o desenvolvimento destes.

- Preparo dos colaboradores para a execução imediata das tarefas características da organização por meio da transmissão de informações e do desenvolvimento de habilidades: a empresa dá oportunidades para o contínuo desenvolvimento pessoal, não apenas no cargo atualmente ocupado, mas também em outros que o funcionário possa vir a ocupar. Dessa forma, cria-se entre os funcionários um clima mais satisfatório, aumentando-lhes a motivação e tornando-os mais receptivos às técnicas de supervisão e gestão.

- Criação de oportunidades para o contínuo desenvolvimento pessoal, não somente em seus cargos atuais, mas também para as outras funções para as quais o indivíduo pode ser considerado adequado: a organização oferece diversos cursos e treinamentos para os funcionários, visando o desenvolvimento dos funcionários a nível profissional e pessoal. Todavia, os cursos e treinamentos estão disponíveis, na maioria das vezes, apenas para

funcionários de determinados setores e, com isso, parte dos funcionários não recebe o devido treinamento, seja ele para sua função específica ou não.

- Mudança das atitudes dos indivíduos, com o objetivo de criar um ambiente satisfatório entre os empregados, aumentando a motivação dos mesmos e tornando-os mais receptivos à supervisão e à gerência: a empresa busca sempre criar um ambiente de trabalho saudável, no qual todos os funcionários se sentem confortáveis e motivados. Dessa maneira, a organização garante que os indivíduos estarão mais receptivos à supervisão e à gerência.

3.3.10 Uso de abordagens estatísticas

Para o desenvolvimento do princípio “Uso de abordagens estatísticas” dentro da organização, observou-se os seguintes pontos para cada atributo: - Coleta e arquivamento de dados;

- Decisões baseadas em dados: a empresa tem um banco de dados a nível global, que permite buscar informações de todas as filiais do mundo e que torna possível basear as decisões em dados confiáveis e significativos. Antes de qualquer tomada de decisão, é feita uma análise criteriosa dos dados disponíveis nesse banco de dados.

- Diagrama de causa e efeito: a empresa faz uso do diagrama de causa e efeito em diversas situações e o mesmo é amplamente conhecido pelos funcionários, que se sentem confortáveis em usar o diagrama para obter informações.

- Gráficos de controle: a empresa faz gráficos de controles semanais e mensais, de todos os indicadores da organização. Com isso, é possível levantar informações de modo rápido e fácil. Para completar a utilidade dos gráficos de controle, a empresa faz acompanhamentos dos indicadores, analisando se os mesmos estão dentro dos limites de controle.

- Gráfico de Pareto: a organização faz uso de gráficos de Pareto mensais para acompanhar os principais tipos de defeito que aparecem no processo e no produto ao longo do mês.

- Histograma: a empresa faz histogramas para avaliar os parâmetros do processo e averiguar se os mesmos estão dentro dos parâmetros pré-estabelecidos.

- Análise de capacidade do processo do processo: a organização faz análise de capacidade do processo do processo periodicamente como forma de estabelecer como o processo pode produzir produtos aceitáveis. Como resultado, a fábrica pode priorizar melhorias necessárias e identificar os processos que não precisam de atenção imediata.

- Mapa de processos: a empresa busca mapear todos os seus processos, a fim de obter visão ampla, fidedigna e atualizada das potencialidades e fraquezas da empresa e, com estes dados em mãos, elaborar um assertivo e efetivo plano de ação.

- Desdobramento da função qualidade (QFD): a empresa realiza o QFD em diferentes fases do projeto, com o principal objetivo de permitir que a equipe de desenvolvimento do produto incorpore as reais necessidades do cliente em seus projetos de melhoria.

- Análise de modo e efeito da falha (FMEA): a empresa faz uso do tanto do DFMEA quanto do PFMEA, em diferentes fases de desenvolvimento dos projetos. Com isso, é possível tratar a causa-raiz dos problemas e erradicar os erros provenientes dessa anomalia no processo.

Quadro 6 – Checklist da empresa estudada.

Princípio	Nível de Desenvolvimento			
	Nulo	Baixo	Médio	Alto
Melhorias Contínuas				
Comprometimento com plano de ação				
Motivação do líder do grupo				
Envolvimento da equipe				
Conhecimento do tema pelo líder				
Conhecimento do tema pelos membros do grupo				
Conhecimento do método pelo líder				
Conhecimento do método pelos membros do grupo				
Apoio da alta administração				
Entendimento dos objetivos buscados				
Integração na equipe				
Aplicação do 5S				
Pessoas com maior autonomia em relação ao processo				
Capacidade para realizar o trabalho				
Os funcionários devem lidar com as exigências de tomada de decisões				
Identidade do funcionário com a tarefa a ser desempenhada				
Feedback sobre o desempenho e realização do funcionário				
Informações e recursos de fácil acesso				
Cultura de aprendizagem				
Disposição dos líderes para confiar nos funcionários e aceitar os riscos				
Eliminação dos desperdícios				
Tomada das decisões administrativas a longo prazo				
Criação de um fluxo de processo contínuo para trazer os problemas à tona				
Uso de sistemas "puxados" para evitar a superprodução				
Nivelamento da carga de trabalho				
Construção de uma cultura de parar e resolver problemas				
Tarefas padronizadas				
Uso de controle visual para que nenhum problema fique oculto				
Uso somente de tecnologia confiável e plenamente testada				
Desenvolvimentos de líderes que compreendam o trabalho por completo				
Desenvolvimento de pessoas sigam a filosofia da empresa				
Respeito à rede de parceiros e de fornecedores				
Compreensão por completo do processo e das situações				
Tomada de decisões feita lentamente por consenso				
Aprendizagem pela reflexão incansável e pela melhoria contínua				
Redução da força de trabalho				
Inserção de novas tecnologias				
Rapidez na transmissão de informações				
Flexibilização da organização da força de trabalho				
Infraestrutura de suporte				
Abordagem estrutural e sistêmica para a resolução de problemas				
Técnicas analíticas aprovadas				
Pessoal qualificado para melhorias				
Sistemas de gerenciamento				
Redução do tempo de entrega (Takt Time)				
Solução imediata de defeitos que ocorram no processo				
Fluxo homogêneo de contínuo de fabricação				
Controle do tempo de ciclo do processo				
Implantação de painéis de gestão visual				
Padronização do processo				

Quadro 6 – Continuação

Envolvimento de gestores				
Garantir relevância dos temas tratados e a conexão com os macro-objetivos				
Fazer o apoio e acompanhamento do dia-a-dia dos grupos				
Criação de cultura organizacional focada em comunicação efetiva				
Abordagem disciplinada (DMAIC)				
Definição: necessidade do projeto, cliente, quais as objeções, dentre outros				
Mensuração: métricas principais do projeto				
Análise: lacunas no processo, causas, recursos				
Melhoria: definição de quais as chaves para implementação das mudanças				
Controle: riscos, tarefas, custos; relatórios				
Criação de infraestrutura humana				
Melhoria da capacidade individual				
Respeito o ser humano e criação de um ambiente proativo				
Oferecimento de programas de treinamento e desenvolvimento				
Preparo dos colaboradores para a execução imediata das tarefas				
Criação de oportunidades para o contínuo desenvolvimento pessoal				
Mudança das atitudes dos indivíduos, criando um ambiente satisfatório				
Uso de abordagens estatísticas				
Coleta e arquivamento de dados				
Decisões baseadas em dados				
Diagrama de causa e efeito				
Gráficos de controle				
Gráfico de Pareto				
Histograma				
Análise de capacidade do processo				
Mapa de processos				
Desdobramento da função qualidade (QFD)				
Análise de modo e efeito da falha (FMEA)				

Fonte: elaborada pelo autor.

Após analisar o *checklist* dos tópicos que se fazem necessários para o desenvolvimento do princípio do *Lean Six Sigma*, foi determinado qual o nível de maturidade do princípio na organização, tomando por base os quatro estágios pré-estabelecidos de maturidade. Os resultados obtidos a partir dessa análise estão apresentados no quadro 7.

Quadro 7 – Análise da maturidade da organização

Princípio	Nível de Maturidade			
	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4
Melhorias Contínuas				
Pessoas com maior autonomia em relação ao processo				
Eliminação dos desperdícios				
Redução da força de trabalho				
Infraestrutura de suporte				
Redução do tempo de entrega (<i>Takt Time</i>)				
Envolvimento de gestores				
Abordagem disciplinada (DMAIC)				
Criação de infraestrutura humana				
Uso de abordagens estatísticas				

Fonte: elaborada pelo autor

3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a coleta das informações do nível de maturidade de cada um dos princípios pré-estabelecidos, pode-se calcular os três índices previamente apresentados:

3.4.1 Classificação de maturidade (CM)

A classificação de maturidade é obtida por meio de da moda, ou seja, a classificação que mais apareceu nas respostas do nível de maturidade dos princípios. Sendo assim, pode-se concluir que a classificação de maturidade da organização pesquisada é nível 3.

3.4.2 Índice do potencial de maturidade adaptado (IPM)

O índice do potencial de maturidade será calculado primeiramente para cada um dos princípios avaliados e, posteriormente, será calculado o índice do potencial de maturidade global. Usando a fórmula 1, apresentada anteriormente, pode-se então fazer as considerações seguintes.

Para o princípio “Melhorias contínuas”, dentre as 11 práticas avaliadas, encontrou-se 0 prática no nível 1 de maturidade, 0 prática no nível 2 de maturidade, 0 prática no nível 3 de maturidade e 11 práticas no nível 4 de maturidade.

Considerando que foram avaliadas 11 práticas, tem-se 33 (3x11) estágios para a maturidade deste princípio. Logo, tem-se que:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 \times 3 + 0 \times 2 + 0 \times 1}{33} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 0 + 0}{33} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0] \times 100$$

$$IPM = 100\%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM adaptado foi de 100%, o que indica que do total de 11 práticas avaliadas dentro deste princípio, 100% já alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o princípio “Pessoas com maior autonomia em relação ao processo”, dentre as 7 práticas avaliadas dentro, encontrou-se 0 prática no nível 1 de maturidade, 0 prática no nível 2 de maturidade, 3 práticas no nível 3 de maturidade e 4 práticas no nível 4 de maturidade.

Considerando que foram avaliadas 7 práticas, tem-se 21 (3x7) estágios para a maturidade deste princípio. Logo, tem-se que:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 \times 3 + 0 \times 2 + 3 \times 1}{21} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 0 + 3}{21} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,14] \times 100$$

$$IPM = 86\%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM adaptado foi de 86%, o que indica que do total de 7 práticas avaliadas dentro deste princípio, 86% já alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o princípio “Eliminação dos desperdícios”, dentre as 14 práticas avaliadas, encontrou-se 0 prática no nível 1 de maturidade, 0 prática no nível 2 de maturidade, 4 práticas no nível 3 de maturidade e 10 práticas no nível 4 de maturidade.

Considerando que foram avaliadas 14 práticas, tem-se 42 (3x14) estágios para a maturidade deste princípio. Logo, tem-se que:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 \times 3 + 0 \times 2 + 4 \times 1}{42} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 0 + 4}{42} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,1] \times 100$$

$$IPM = 90\%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM adaptado foi de 90%, o que indica que do total de 14 práticas avaliadas dentro deste princípio, 90% já alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o princípio “Redução da força de trabalho”, dentre as 3 práticas avaliadas, encontrou-se 0 prática no nível 1 de maturidade, 2 práticas no nível 2 de maturidade, 1 prática no nível 3 de maturidade e 0 prática no nível 4 de maturidade.

Considerando que foram avaliadas 3 práticas, tem-se 9 (3x3) estágios para a maturidade deste princípio. Logo, tem-se que:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 \times 3 + 2 \times 2 + 1 \times 1}{9} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 4 + 1}{9} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,56] \times 100$$

$$IPM = 44\%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM adaptado foi de 44%, o que indica que do total de 3 práticas avaliadas dentro deste princípio, 44% já alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o princípio “Infraestrutura de suporte”, dentre as 4 práticas avaliadas, encontrou-se 0 prática no nível 1 de maturidade, 0 prática no nível 2 de maturidade, 2 práticas no nível 3 de maturidade e 2 práticas no nível 4 de maturidade.

Considerando que foram avaliadas 4 práticas, tem-se 12 (3x4) estágios para a maturidade deste princípio. Logo, tem-se que:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 \times 3 + 0 \times 2 + 2 \times 1}{12} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 0 + 2}{12} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,17] \times 100$$

$$IPM = 83\%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM adaptado foi de 83%, o que indica que do total de 4 práticas avaliadas dentro deste princípio, 83% já alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o princípio “Redução do tempo de entrega (*Takt Time*)”, dentre as 5 práticas avaliadas, encontrou-se 0 prática no nível 1 de maturidade, 0 prática no nível 2 de maturidade, 1 prática no nível 3 de maturidade e 4 práticas no nível 4 de maturidade.

Considerando que foram avaliadas 5 práticas, tem-se 15 (3x5) estágios para a maturidade deste princípio. Logo, tem-se que:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 \times 3 + 0 \times 2 + 1 \times 1}{15} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 0 + 1}{15} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,07] \times 100$$

$$IPM = 93\%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM adaptado foi de 93%, o que indica que do total de 5 práticas avaliadas dentro deste princípio, 93% já alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o princípio “Envolvimento dos gestores”, dentre as 3 práticas avaliadas, encontrou-se 0 prática no nível 1 de maturidade, 0 prática no nível 2 de maturidade, 1 prática no nível 3 de maturidade e 2 práticas no nível 4 de maturidade.

Considerando que foram avaliadas 3 práticas, tem-se 9 (3x3) estágios para a maturidade deste princípio. Logo, tem-se que:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 \times 3 + 0 \times 2 + 1 \times 1}{9} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 0 + 1}{9} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,11] \times 100$$

$$IPM = 89\%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM adaptado foi de 89%, o que indica que do total de 3 práticas avaliadas dentro deste princípio, 89% já alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o princípio “Abordagem disciplinada (DMAIC)”, dentre as 5 práticas avaliadas, encontrou-se 0 prática no nível 1 de maturidade, 0 prática no nível 2 de maturidade, 1 prática no nível 3 de maturidade e 4 práticas no nível 4 de maturidade.

Considerando que foram avaliadas 5 práticas, tem-se 15 (3x5) estágios para a maturidade do princípio “Abordagem disciplinada (DMAIC)”. Logo, tem-se que:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 \times 3 + 0 \times 2 + 1 \times 1}{15} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 0 + 1}{15} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,07] \times 100$$

$$IPM = 93\%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM adaptado foi de 93%, o que indica que do total de 5 práticas avaliadas dentro deste princípio, 93% já alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o princípio “Criação de infraestrutura humana”, dentre as 6 práticas avaliadas, encontrou-se 0 prática no nível 1 de maturidade, 1 prática no nível 2 de maturidade, 2 práticas no nível 3 de maturidade e 3 práticas no nível 4 de maturidade.

Considerando que foram avaliadas 6 práticas, tem-se 18 (3x6) estágios para a maturidade deste princípio. Logo, tem-se que:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 \times 3 + 1 \times 2 + 2 \times 1}{18} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 1 + 2}{18} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,17] \times 100$$

$$IPM = 83\%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM adaptado foi de 83%, o que indica que do total de 6 práticas avaliadas dentro deste princípio, 83% já alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o princípio “Uso de abordagens estatísticas”, dentre as 10 práticas avaliadas dentro deste princípio, encontrou-se 0 prática no nível 1 de maturidade, 0 prática no nível 2 de maturidade, 0 prática no nível 3 de maturidade e 10 práticas no nível 4 de maturidade.

Considerando que foram avaliadas 10 práticas, tem-se 30 (3x10) estágios para a maturidade deste princípio. Logo, tem-se que:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 \times 3 + 0 \times 2 + 0 \times 1}{30} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 0 + 0}{30} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0] \times 100$$

$$IPM = 100\%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM adaptado foi de 100%, o que indica que do total de 10 práticas avaliadas dentro deste princípio, 100% já alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o cálculo do Índice do Potencial de Maturidade, foi considerado que cada princípio tem peso 1, uma vez que a classificação dos pesos deve ser feita por especialistas do assunto e os cálculos feitos aqui são para fazer a validação da Matriz Maturidade proposta. Pode-se, então, calcular o índice do potencial de maturidade global fazendo uma média simples de todos os índices do potencial de maturidade de cada princípio.

Dessa forma, aplicando-se a fórmula 2, tem-se:

$$IPM \text{ Global} = \frac{100 + 86 + 90 + 44 + 83 + 93 + 89 + 93 + 83 + 100}{10}$$

$$IPM \text{ Global} = 86,1\%$$

O Índice do Potencial de Maturidade Global foi de 86,1%, o que indica que do total de práticas avaliadas, 86,1% já atingiram o maior nível de maturidade.

3.4.3 Nível de maturidade geral (NMG)

A primeira etapa para o cálculo do Nível de Maturidade Geral é a definição dos pesos de cada princípio, apresentados no quadro 8.

Quadro 8 – Pesos dos princípios

Princípio	Peso
Melhorias contínuas	1
Pessoas com maior autonomia em relação ao processo	1
Eliminação dos desperdícios	1
Redução da força de trabalho	1
Infraestrutura de suporte	1
Redução do tempo de entrega (<i>Takt Time</i>)	1
Envolvimento de gestores	1

Abordagem disciplinada (DMAIC)	1
Criação de infraestrutura humana	1
Uso de abordagens estatísticas	1
TOTAL	10

Fonte: elaborada pelo autor

Os pesos demonstram a importância de cada item de *Lean Six Sigma* para a maturidade da organização. No caso, todos os princípios foram considerados igualmente importantes, pois uma análise mais aprofundada a respeito dos pesos deve ser feita por um especialista no assunto. Como os cálculos são para efeitos de teste e validação da Matriz Maturidade, considerou-se todos os princípios tem peso igual a 1.

Uma vez definidos os pesos, deve-se analisar a quantidade de práticas de cada princípio e a pontuação máxima que a organização pode receber em cada princípio. Esse cálculo pode ser feito a partir da fórmula 3, apresentada anteriormente. O resultado dessa análise está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Total de práticas dos princípios

Princípio	Quantidade de práticas	Classificação			
		4	3	2	1
Melhorias contínuas	11	44	33	22	11
Pessoas com maior autonomia em relação ao processo	7	28	21	14	7
Eliminação dos desperdícios	14	56	42	28	14
Redução da força de trabalho	3	12	9	6	3
Infraestrutura de suporte	4	16	12	8	4
Redução do tempo de entrega (<i>Takt Time</i>)	5	20	15	10	5
Envolvimento de gestores	3	12	9	6	3
Abordagem disciplinada (DMAIC)	5	20	15	10	5
Criação de infraestrutura humana	6	24	18	12	6

Princípio	Quantidade de práticas	Classificação			
		4	3	2	1
Uso de abordagens estatísticas	10	40	30	20	10

Fonte: elaborada pelo autor

A segunda parte do cálculo consiste na aplicação dos pesos do quadro 8, ou seja, multiplicação dos resultados obtidos na Tabela 1 pelos pesos correspondentes de cada princípio. Esse resultado pode ser obtido pela aplicação da fórmula 4. A Tabela 2 traz as classificações dos intervalos.

Tabela 2 – Intervalos de pontuação dos princípios

Princípio	Quantidade de práticas	Classificação			
		4	3	2	1
Melhorias contínuas	11	44	33	22	11
Pessoas com maior autonomia em relação ao processo	7	28	21	14	7
Eliminação dos desperdícios	14	56	42	28	14
Redução da força de trabalho	3	12	9	6	3
Infraestrutura de suporte	4	16	12	8	4
Redução do tempo de entrega (<i>Takt Time</i>)	5	20	15	10	5
Envolvimento de gestores	3	12	9	6	3
Abordagem disciplinada (DMAIC)	5	20	15	10	5
Criação de infraestrutura humana	6	24	18	12	6
Uso de abordagens estatísticas	10	40	30	20	10
TOTAL MULTIPLICADO		272	204	136	68
TOTAL DIVIDIDO		27,2	20,4	13,6	6,8

Fonte: elaborada pelo autor

Desta forma, com os valores máximos, pode-se estabelecer o intervalo em que cada classificação está inserida: classificação 4: obter 27,2 pontos; classificação 3: obter entre 20,4 e 27,2 pontos; classificação 2: obter entre 13,6 e 20,4 pontos e classificação 1: obter entre 6,8 e 13,6 pontos.

A Tabela 3 a seguir traz as notas obtidas em cada princípio, após os cálculos da soma ponderada dos atributos. Logo, tem-se que:

$$\text{Nota do princípio} = np1 \times 1 + np2 \times 2 + np3 \times 3 + np4 \times 4 \quad (5)$$

Sendo:

np1 = número de práticas de classificação 1;

np2 = número de práticas de classificação 2;

np3 = número de práticas de classificação 3;

np4 = número de práticas de classificação 4.

Tabela 3 – Estágio de maturidade geral

Princípio	Número de atributos do princípio	Nota do princípio	Número de atributos em cada classificação			
			4	3	2	1
Melhorias contínuas	11	44	11	0	0	0
Pessoas com maior autonomia em relação ao processo	7	25	4	3	0	0
Eliminação dos desperdícios	14	52	10	4	0	0
Redução da força de trabalho	3	7	0	1	2	0
Infraestrutura de suporte	4	14	2	2	0	0
Redução do tempo de entrega (<i>Takt Time</i>)	5	19	4	1	0	0
Envolvimento de gestores	3	11	2	1	0	0

Princípio	Número de atributos do princípio	Nota do princípio	Número de atributos em cada classificação			
			4	3	2	1
Abordagem disciplinada (DMAIC)	5	19	4	1	0	0
Criação de infraestrutura humana	6	20	3	2	1	0
Uso de abordagens estatísticas	10	40	10	0	0	0
TOTAL MULTIPLICADO	251					
TOTAL DIVIDIDO	25,1					

Fonte: elaborado pelo autor

Com a análise feita pelo Nível de Maturidade Geral, pode-se classificar a organização avaliada com grau de maturidade 3, pois a pontuação de 25,1 está no intervalo entre 20,4 e 27,2 pontos.

4 CONCLUSÃO

A partir da revisão da literatura feita, é possível concluir que os objetivos do *Lean Manufacturing* e do *Six Sigma* estão alinhados, uma vez que ambos os sistemas produtivos buscam a melhoria do processo e a excelência operacional. A vantagem de hibridizar os dois sistemas produtivos é o aproveitamento dos principais benefícios que cada um deles traz separadamente. O *Six Sigma* possui uma abordagem mais quantitativa de qualidade quando comparada às técnicas do *Lean Manufacturing*, enquanto que o este último possui uma abordagem mais qualitativa, voltada às exigências do cliente. A correta integração dessas ferramentas forma um instrumento enérgico e eficaz na busca da melhoria dos processos produtivos.

Sendo assim, este estudo procurou desenvolver um método eficiente e de fácil aplicabilidade, capaz de avaliar o nível de maturidade do *Lean Six Sigma* dentro das organizações, propondo uma ferramenta de qualidade auxiliar.

Como foi proposta uma Matriz Maturidade para a avaliação do *Lean Six Sigma* dentro das organizações, pode-se concluir que o objetivo foi alcançado. A ferramenta proposta mostrou-se eficaz, uma vez que permite analisar de diferentes maneiras o estágio de implementação do *Lean Six Sigma* nas empresas.

Quanto à aplicação da matriz maturidade, o estudo mostrou que a prática é viável e de fácil compreensão, já que permite fazer uma análise detalhada de cada princípio do *Lean Six Sigma*, bem como encontrar falhas na implementação deste nas organizações. Uma vez identificados os atributos que necessitam atenção, torna-se mais fácil criar planos de ações em busca do completo desenvolvimento do *Lean Six Sigma*.

Dentre os artigos e publicações encontrados nos bancos de dados buscados para a revisão bibliográfica desta pesquisa, não foram encontrados estudos que propusessem uma matriz maturidade para a ponderação do grau de desenvolvimento do *Lean Six Sigma* em empresas. Sendo assim, pode-se dizer que o estudo presente representa uma contribuição científica, uma vez que articulou princípios do *Lean Manufacturing* e do *Six Sigma* e propôs uma ferramenta capaz de analisar o estágio de aplicação dessas filosofias integradas nas empresas, que pode ser usada como um guia para que as empresas avaliem suas operações e

processos e enxerguem os atributos do *Lean Six Sigma* que precisam de atenção e devem ser amadurecidos.

A principal limitação deste estudo foi o nível de detalhamento dos atributos de cada princípio do *Lean Six Sigma*, o qual não chegou a ser aprofundado como desejado para que a aplicação da matriz maturidade se desse de forma pragmática e sistêmica. Com isso, o julgamento do nível de desenvolvimento dos atributos fica sujeito às interpretações do leitor, o que permite certo grau de variação entre o que a literatura e a comunidade acadêmica consideram como alto nível de desenvolvimento e o que o leitor julga como alto nível de desenvolvimento. No entanto, o teste da matriz maturidade permite que o leitor tenha parâmetros para o seu próprio julgamento.

As recomendações para trabalhos futuros envolvem a aplicação da matriz maturidade em mais empresas, o maior nível de detalhamento dos requisitos necessários para que cada atributo seja considerado completamente desenvolvido e a avaliação da matriz maturidade feita por especialistas no assunto, para que sejam feitas as considerações pertinentes, bem como a definição dos pesos de cada um dos princípios analisados pela matriz maturidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBLIWI, S.; ANTONY, J.; LIM, S. A systematic review of Lean Six Sigma for the Manufacturing industry. **Business Process Management Journal**, v. 21, n. 3, p. 665-691, 2015.
- ALBU, E. A new tool for assessing maturity alignment: the enterprise maturity matrix. **Performance Improvement**, v. 49, n. 9, p. 35-47, 2010.
- ANTONY, J. Six Sigma vs Lean. **International Journal of Productivity & Performance Management**, v. 60, n. 2, p. 185-190, 2011.
- ARUMUGAM, V. et al.; Linking learning and knowledge creation to project success in Six Sigma projects: An empirical investigation. **International Journal of Production Economics**, v. 141, n. 1, p. 388-402, 2013.
- BOON SIN, A. et al. Structural equation modelling on knowledge creation in Six Sigma DMAIC project and its impact on organizational performance. **International Journal of Production Economics**, v. 168, p. 105-117, 2015.
- CHEN, J. C.; LI, Y.; SHADY, B. D. From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. **International Journal of Production Research** v.48 n.4 p.1069–1086, 2010.
- CRISTOFARI JÚNIOR, C.; PAULA, I.; FOGLIATTO, F. Método de análise de maturidade e priorização de melhorias na gestão do Processo de Desenvolvimento de Produtos. **Produção**, v. 20, n. 3, p. 359-377, 2010.
- DE MAST, J.; LOKKERBOL, J. An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. **International Journal of Production Economics**, v. 139, n. 2, p. 604-614, 2012.
- DESHMUKH, S.; CHAVAN, A. Six Sigma and SMEs: a critical review of literature. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 3, n. 2, p. 157-167, 2012.
- DROHOMRRETSKI, E. et al. Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: an analysis based on operations strategy. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 3, p. 804-824, 2013.
- EDWARDS, A. et al. Assessing organisational development in European primary care using a group-based method. **International Journal of Health Care Quality Assurance**, v. 23, n. 1, p. 8-21, 2010.
- GIL, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.
- GUTIÉRREZ, L.; BUSTINZA, O.; MOLINA, V. Six Sigma, absorptive capacity and organisational learning orientation. **International Journal of Production Research**, v. 50, n. 3, p. 661-675, 2012.

HOPP, W.; SPEARMAN, M. To Pull or Not to Pull: What Is the Question?. **Manufacturing & Service Operations Management**, v. 6, n. 2, p. 133-148, 2004.

JESUS, P.; TORRES, J. Método de análise da maturidade do processo de armazenagem em centros de distribuição de supermercados em Fortaleza-CE: um estudo multicascos. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, v. 9, n. 4, p. 107-123, 2014.

KANAMORI, S. et al. Implementation of 5S management method for Lean healthcare at a health center in Senegal: a qualitative study of staff perception. **Global Health Action**, v. 8, n. 8, 2015.

KHOJASTEH, Y.; SATO, R. Selection of a pull production control system in multi-stage production processes. **International Journal of Production Research**, v. 53, n. 14, p. 4363-4379, 2014.

KUMAR, S.; SOSNOSKI, M. Using DMAIC Six Sigma to systematically improve shopfloor production quality and costs. **International Journal of Productivity & Performance Management**, v. 58, n. 3, p. 254-273, 2009.

LEAN.ORG.BR., **Lean Institute Brasil**. Disponível em:
<<http://www.Lean.org.br/artigos/86/estabilidade-na-producao-da-toyota-do-brasil.aspx>>.
Acesso em: 09 out. 2015.

LIN, C. et al. Continuous improvement of knowledge management systems using Six Sigma methodology. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 29, n. 3, p. 95-103, 2013.

MARKSBERRY, P.; PARSLEY, D. Managing the IE (Industrial Engineering) Mindset: A quantitative investigation of Toyota's practical thinking shared among employees. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 4, n. 4, 2011.

MENA, J.; CHABOWSKI, B. The role of organizational learning in stakeholder marketing. **Journal of the Academy of Marketing Science**, v. 43, n. 4, p. 429-452, 2015.

MENG, X.; SUN, M.; JONES, M. Maturity Model for Supply Chain Relationships in Construction. **Journal of Management in Engineering**, v. 27, n. 2, p. 97-105, 2011.

MOLINA-AZORÍN, J. et al. The effects of quality and environmental management on competitive advantage: A mixed methods study in the hotel industry. **Tourism Management**, v. 50, p. 41-54, 2015.

PACHECO, D. Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. **Produção**, v. 24, n. 4, p. 940-956, 2014.

PACHECO, D. et al. 18 comparative aspects between Lean and Six Sigma. **Lean Six Sigma Journal**, v. 6, n. 2, p. 161-175, 2015.

PAKDIL, F.; LEONARD, K. The effect of organizational culture on implementing and sustaining Lean processes. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 26, n. 5, p. 725-743, 2015.

PANWAR, A. et al. On the adoption of Lean Manufacturing principles in process industries. **Production Planning & Control**, v. 26, n. 7, p. 564-587, 2014.

PEPPER, M. P. J. e SPEDDIND, T. A. “The Evolution of Lean Six Sigma.” **International Journal of Quality & Reliability Management** v. 27; n. 2; p. 138–155, 2010.

PÉREZ-ARÓSTEGUI, M. et al.; Exploring the relationship between information technology competence and quality management. **BRQ Business Research Quarterly**, v. 18, n. 1, p. 4-17, 2015.

RAHMAN, N.; SHARIF, S.; ESA, M. Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. **Procedia Economics and Finance**, v. 7, p. 174-180, 2013.

RUIZ-DE-ARBULO-LOPEZ, P.; FORTUNY-SANTOS, J.; CUATRECASAS-ARBÓS, L. Lean Manufacturing: costing the value stream. **Industrial Management & Data Systems**, v. 113, n. 5, p. 647-668, 2013.

SCHLINDWEIN, N. F. C. **Avaliação da Gestão de Suprimentos em Hospitais**: Proposição de um Modelo Teórico Aplicado nos Hospitais de Santa Catarina 2009, 153 f. Dissertação (Mestrado em Administração) - Programa de Pós-Graduação do Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2009.

SCHROEDER, R. et al. Six Sigma: Definition and underlying theory. **Journal of Operations Management**, v. 26, n. 4, p. 536-554, 2008.

SHAH, R.; WARD, P. Defining and developing measures of Lean production. **Journal of Operations Management**, v. 25, n. 4, p. 785-805, 2007.

SNEE, R. Lean Six Sigma – getting better all the time. **Lean Six Sigma Journal**, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2010.

STAATSA, B. R.; BRUNNERB, D. J. e UPTON, D. M. “Lean Principles, Learning, and Knowledge Work: Evidence from a Software Services Provider.” **Journal of Operations Management** 29: p. 376–390, 2011

TANER, M. A Feasibility Study for Six Sigma Implementation in Turkish Textile SMEs. South East European **Journal of Economics and Business**, v. 7, n. 1, 2012.

THOMAS, A.; BARTON, R.; CHUKE-OKAFOR, C. Applying Lean Six Sigma in a small engineering company – a model for change. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 1, p. 113-129, 2008.

VINOD, M. et al. Six Sigma through Poka-Yoke: a navigation through literature arena. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 81, n. 1-4, p. 315-327, 2015.

VRELLAS, C.; TSIOTRAS, G. Quality management in the global brewing industry. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 32, n. 1, p. 42-52, 2015.

WECKENMANN, A. et al. Quality management – history and trends. **The TQM Journal**, v. 27, n. 3, p. 281-293, 2015.

WOMACK, J. P., e JONES, D. T. **Lean Thinking**. New York: Simon and Schuster, 1996

XANTHOPOULOS, A.; KOULOURIOTIS, D.; BOTSARIS, P. Single-stage Kanban system with deterioration failures and condition-based preventive maintenance. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 142, p. 111-122, 2015.