

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANA CAROLINA MARTINS ROSA**

**ANÁLISE ENTRE OS SETORES INDUSTRIAL E DE SERVIÇOS: UMA  
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS MELHORIAS OBTIDAS ATRAVÉS DA  
APLICAÇÃO DO LEAN SIX SIGMA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2017**

**ANA CAROLINA MARTINS ROSA**

**ANÁLISE ENTRE OS SETORES INDUSTRIAL E DE SERVIÇOS: UMA  
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DAS MELHORIAS OBTIDAS ATRAVÉS DA  
APLICAÇÃO DO LEAN SIX SIGMA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do (nome do Departamento / Coordenação), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Evandro Eduardo Broday

**PONTA GROSSA**

**2017**

	<p><b>Ministério da Educação</b> <b>UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO</b> <b>PARANÁ</b> <b>CÂMPUS PONTA GROSSA</b> Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção</p>	 <p><b>UTFPR</b> UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ</p>
---	---	--

## **TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC**

ANÁLISE ENTRE OS SETORES INDUSTRIAL E DE SERVIÇOS: UMA REVISÃO  
BIBLIOGRÁFICA DAS MELHORIAS OBTIDAS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DO LEAN  
SIX SIGMA

por

*ANA CAROLINA MARTINS ROSA*

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 21 de Novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Prof. Dr. Evandro Eduardo Broday**  
Prof. Orientador

---

**Prof. Regina Negri Pagani**  
Membro titular

---

**Prof. Fernanda Tavares Treinta**  
Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”.

## **AGRADECIMENTOS**

Deus, obrigada por ter me amparado em toda minha trajetória acadêmica. por renovar minhas forças e esperanças quando mais precisei.

Mãe, que me fez forte para a vida e acreditou em mim. o meu mais sincero obrigada.

Pai, que me deu todo o suporte e apoio. o meu mais sincero obrigada.

Irmã, que se fez companheira e uma excelente ouvinte. o meu mais sincero obrigada.

Amigos, que me ensinaram muito além do que estava nos livros. as boas histórias e principalmente os sorrisos ficarão para sempre comigo. o meu mais sincero obrigada.

Meu orientador, evandro eduardo broday, o qual me deu todo suporte durante este trabalho de conclusão de curso, bem como contribui muito durante minha experiência acadêmica. o meu mais sincero obrigada.

Meus professores, muito obrigada por dividir todo conhecimento. saio desta universidade preparada para ser minha melhor versão.

UTFPR e toda a sua equipe, o meu mais sincero obrigada.

Todos, que de alguma forma contribuíram para a minha formação acadêmica, o meu mais sincero obrigada.

## RESUMO

ROSA, Ana Carolina Martins. **Análise entre os setores industrial e de serviços: Uma revisão bibliográfica das melhorias obtidas através da aplicação do Lean Six Sigma.** 2017. 86 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

A partir da globalização, mudanças tecnológicas e recursos escassos, as empresas competem cada vez mais entre si para garantirem seu lugar no mercado e buscando alternativas para manterem sua sobrevivência. O Lean Six Sigma é uma metodologia presente na atual era da qualidade, Gestão da Qualidade Total (TQM), tendo por objetivo a melhoria contínua da qualidade, redução da variabilidade e eliminação dos defeitos, obtendo como resultado a satisfação dos clientes, redução dos custos e consequentemente o aumento das receitas, sendo amplamente utilizado no setor fabril e ganhando espaço no setor de serviços. O presente trabalho é uma revisão de literatura, de modo a identificar as melhorias adquiridas a partir da aplicação da metodologia *Lean Six Sigma* nos setores industrial e de serviços em diferentes países. A metodologia PRISMA foi utilizada para a seleção dos artigos pertinentes ao tema do trabalho, e as bases de dados bibliográficas para a pesquisa foram *Google Scholar*, *SciELO*, *ScienceDirect*, *Taylor & Francis* e *Web of Science*. O estudo contou com 27 artigos para melhor exemplificar esses pontos, sendo 11 voltados para o setor industrial e 16 para o setor de serviços. Ficou evidente que em ambos os setores, conseguiu-se diminuir a variabilidade do processo, bem como seus desperdícios, eliminando atividades sem agregação de valor, melhorando a qualidade dos processos, produtividade, eficiência, serviço prestado, aumentando a satisfação dos clientes, reduzindo custos e gerando economias. Verificou-se que o *Lean Six Sigma* é uma ferramenta versátil e que pode ser adaptada e aplicada em qualquer segmento, possibilitando oportunidades potenciais para novas pesquisas e aplicações.

**Palavras-chave:** Gestão da Qualidade Total. Melhoria Contínua da Qualidade. TQM. Satisfação do Cliente. Lean Seis Sigma.

## ABSTRACT

ROSA, Ana Carolina Martins. **Analysis between the industrial and service sectors:**A literature review of the improvements obtained through the application of Lean Six Sigma. 2017. 86 p. Work of Conclusion Course (Graduation in Industrial Engineering) - Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2017.

Due to globalization, technological changes and scarce resources, companies have been increasingly competing to secure their place in the market, seeking for alternatives to maintain their survival. Lean Six Sigma is a methodology present in the current era of quality, Total Quality Management (TQM), which aims to continuously improve quality, reduce variability and eliminate defects, resulting in customer satisfaction, reduced costs and consequently the increase in revenues, being widely used in the manufacturing sector and gaining space in the services sector. The present work is a review of literature, to identify the improvements acquired from the application of the Lean Six Sigma methodology in the industrial and service sectors in different countries. The PRISMA methodology was used to select relevant articles to the topic of work, and the bibliographic databases used for the research were the Google Scholar, SciELO, ScienceDirect, Taylor & Francis and Web of Science. The study counted on 27 articles to better exemplify these points, being 11 focused on the industrial sector and 16 on the services sector. It was evident that in both sectors the variability of the process and its waste were reduced, by eliminating non-value-added activities, improving process quality, productivity, efficiency, the service provided, increasing customer satisfaction, reducing costs and generating savings. It has been found that Lean Six Sigma is a versatile tool that can be adapted and applied in any segment, allowing potential opportunities for new research and applications.

**Keywords:** Total Quality Management. Continuous Quality Improvement. TQM. Customer Satisfaction. Lean Six Sigma.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A evolução dos conceitos da qualidade .....	15
Figura 2 - O Diagrama de Ishikawa .....	20
Figura 3 - Exemplo de folha de verificação em registro de produtos defeituosos .....	22
Figura 4 - Diagrama de dispersão - Correlação positiva, negativa e sem correlação ....	23
Figura 5 - Exemplo de carta de controle .....	24
Figura 6 - Carta AV/NAV .....	31
Figura 7 - Principais ícones do Mapeamento de Fluxo de Valor .....	32
Figura 8 - Exemplo de Mapeamento de Fluxo de Valor .....	33
Figura 9 - Análise SWOT .....	35
Figura 10 - O gráfico Seis Sigma .....	37
Figura 11 - Distribuição normal $3\sigma$ .....	38
Figura 12 - O SIPOC .....	40
Figura 13 - A evolução da qualidade e produtividade para o Lean Six Sigma .....	41
Figura 14 - Os 8 pilares do TPM .....	42
Figura 15 - A Casa da Qualidade .....	48
Figura 16 - Passos gerais para aplicação do FMEA .....	50
Figura 17 - Combinações palavras-chave .....	53
Figura 18 - Método de análise dos resultados.....	55
Figura 19 - Resultados obtidos através da metodologia PRISMA.....	57

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - A evolução dos conceitos da qualidade .....	16
Quadro 2 - Dados do Gráfico de Pareto .....	18
Quadro 3 – Definições do TQM.....	26
Quadro 4 - Principais características dos artigos selecionados .....	58
Quadro 5 - Aplicação do Lean Six Sigma no setor industrial .....	60
Quadro 6 - Objetivo da aplicação do Lean Six Sigma no setor industrial .....	61
Quadro 7 - Resultados do Lean Six Sigma no setor industrial .....	63
Quadro 8 - Aplicação do Lean Six Sigma no setor de Serviços .....	67
Quadro 9 - Objetivo da aplicação do Lean Six Sigma no setor de serviços .....	67
Quadro 10 - Resultados do Lean Six Sigma no setor de serviços .....	71
Quadro 11 - A teoria versus a prática no setor industrial .....	77
Quadro 12 - A teoria versus a prática no setor de serviços.....	77



## LISTA DE TABELAS

Gráfico 1 - O Gráfico de Pareto.....	19
Gráfico 2 - O Histograma .....	21
Gráfico 3 - Exemplo de diagrama de dispersão .....	23
Gráfico 4 - Gráfico de Estratificação.....	25
Gráfico 5 - Porcentagem de utilização das ferramentas no LSS no setor industrial.....	63
Gráfico 6 - Porcentagem de utilização das ferramentas no LSS no setor de serviços ...	71

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

DMAIC	D – <i>Define</i> (Definir), M – <i>Measure</i> (Medir), A – <i>Analyze</i> (Analisar), I – <i>Improve</i> (Melhorar), C – <i>Control</i> (Controlar)
FMEA	<i>Failure Modes and Effects Analysis</i> – Análise de Modo e Efeitos de Falha
NAV / AV	Atividades que não agregam valor / Atividades que agregam valor
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i> – Eficiência Geral do Equipamento
OPE	<i>Overall Plant Effectiveness</i> – Eficiência Geral da Planta
QFD	<i>Quality Function Deployment</i> – Desdobramento da Função de Qualidade
TPM	<i>Total Productive Maintenance</i> – Manutenção Produtiva Total
TQM	<i>Total Quality Management</i> – Gestão da Qualidade Total
VSM	<i>Value Stream Mapping</i> -Mapa do Fluxo de Valor
VoC	<i>Voice of Customer</i> - Voz do Consumidor
SIPOC	<i>Supplier</i> (Fornecedor), <i>Inputs</i> (Entradas), <i>Process</i> (Processos), <i>Outputs</i> (Saídas), <i>Customers</i> (Clientes)
SWOT	<i>Strengths</i> (Forças), <i>Weakness</i> (Fraquezas), <i>Opportunities</i> (Oportunidades), <i>Threats</i> (Ameaças)
5 PQs	Por que? Por que? Por que? Por que? Por que?
5S	Senso de Utilização, Senso de Ordenação, Senso de Limpeza, Senso de Saúde, Senso de Autodisciplina
5W1H	<i>Who</i> (Quem), <i>What</i> (O que), <i>Where</i> (Onde), <i>When</i> (Quando), <i>Why</i> (Por que), <i>How</i> (Como)
7 Wastes	7 Desperdícios (Defeitos, Superprodução, Espera, Transporte, Movimentação, Superprocessamento, Inventário)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1 PROBLEMA .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA .....	12
1.3 OBJETIVO GERAL .....	13
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA .....	14
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
2.1 EVOLUÇÃO DA GESTÃO DA QUALIDADE .....	15
2.2 AS SETE FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE .....	17
2.2.1 Gráfico de Pareto .....	17
2.2.2 Diagrama de Ishikawa .....	19
2.2.3 Histograma .....	20
2.2.4 Folha de Verificação .....	21
2.2.5 Diagrama de Dispersão .....	22
2.2.6 Cartas de Controle .....	24
2.2.7 Estratificação .....	25
2.3 TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM) .....	25
2.3.1 Melhoria Contínua .....	27
2.3.2 Foco no Cliente .....	27
2.3.3 O Envolvimento das Pessoas .....	28
2.4 LEAN MANUFACTURING .....	28
2.4.1 Kanban .....	29
2.4.2 Kainzen .....	30
2.4.3 AV/NAV .....	30
2.4.4 VALUE STREAM MAPPING (VSM) .....	31
2.4.5 VOICE OF CUSTOMER (VOC) .....	33
2.4.6 SWOT .....	34
2.4.7 5W1H .....	35
2.4.8 5 Porquês .....	36
2.5 SIX SIGMA .....	36
2.5.1 DMAIC - Define, Measure, Analyze, Improve, Control .....	38

2.5.1.1 SIPOC .....	39
2.6 LEAN SIX SIGMA (LSS) .....	40
2.7 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM) .....	41
2.8QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QDF).....	46
2.9 FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA) .....	49
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>51</b>
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	51
3.2 PASSOS OPERACIONAIS .....	52
3.3 MÉTODO DE ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	54
<b>4 ANÁLISES E RESULTADOS .....</b>	<b>57</b>
4.1 RESULTADOS DA METODOLOGIA PRISMA .....	57
4.2 ANÁLISE DO LEAN SIX SIGMA NO SETOR INDUSTRIAL .....	60
4.3 ANÁLISE DO LEAN SIX SIGMA NO SETOR DE SERVIÇOS .....	66
4.4DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE OS SETORES DE SERVIÇO E INDUSTRIAL.....	74
4.5 A TEORIA VERSUS A PRÁTICA.....	76
<b>5CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>79</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>81</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A competição global desafia organizações de diferentes partes do mundo e de todos os setores. Como uma tentativa de responder à pressão criada por esta rivalidade, as empresas vem adotando métodos competitivos e inovadores que, na maioria dos casos, tendem a enfatizar a qualidade e o foco no cliente.

Neste cenário, a utilização de métodos da qualidade está aumentando. Além de seu foco na qualidade, melhoria de produtos, serviços e processos, a maioria destas abordagens também se concentra na satisfação dos clientes.

O TQM (*Total Quality Management* – Gestão da Qualidade Total), uma metodologia que tem seu foco na melhoria contínua, satisfação dos clientes e envolvimento dos colaboradores, surgiu em meados dos anos 80 e até hoje se faz presente, como sendo a atual era da qualidade. Nesta, diversas ferramentas e metodologias desenvolveram-se, utilizando-se dos mesmos princípios. Uma delas foi o *Lean Six Sigma*.

*Lean Six Sigma* é uma mistura de *Lean Manufacturing* e *Six Sigma*. É uma abordagem que busca a melhoria contínua da qualidade, redução da variabilidade e eliminação dos defeitos, tendo como resultado a satisfação dos clientes, redução dos custos e conseqüentemente o aumento das receitas (SNEE, 2010). Esta metodologia é popular no setor fabril, e vem conquistando o setor de serviços (RADNOR e BOADEN, 2008).

Os benefícios do *Lean Six Sigma* nos setores industrial e de serviços, tem sido amplamente destacados na literatura (ANTONY, 2005b) e incluem: garantir que os serviços e os produtos atendam às necessidades dos clientes, remoção dos desperdícios nos processos, redução do custo da má qualidade, redução da incidência de produtos ou serviços defeituosos, redução do tempo de ciclo, e entrega do produto ou serviço correto no momento e lugar certos.

Buscando melhor entender os ganhos apresentados à partir da implementação do *Lean Six Sigma* nos setores de serviços e industrial, o presente trabalho realizou uma pesquisa bibliográfica nas seguintes bases de informação científica: *Google Scholar*, *SciELO*, *ScienceDirect*, *Taylor & Francis*, *Web of Science*, juntamente com a

metodologia PRISMA, com a combinação das seguintes palavras-chave: *Total Quality Management, Continuous Quality Improvement, TQM, Customer Satisfaction, Lean Six Sigma*, de forma a delimitar os artigos pertinentes ao tema e conseguir apontar o propósito do uso da metodologia *Lean Six Sigma* nos setores industrial de serviços na resolução de problemas, discorrer sobre os resultados obtidos pelos setores na aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*, e verificar se a teoria apresentada pelo *Lean Six Sigma* corresponde com sua prática nos estudos de casos.

## 1.1 PROBLEMA

Quais melhorias podem ser verificadas nas organizações que adotam o Six Sigma em conjunto com o *Lean Manufacturing (Lean Six Sigma)*?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Com o mundo globalizado, as mudanças tecnológicas e os recursos escassos, as empresas competem cada vez mais entre si para garantirem seu lugar no mercado. Os clientes exigem maior qualidade à preços mais baixos, e as margens de lucro parecem cair, especialmente em tempos de crise. Uma estratégia eficiente e efetiva para uma empresa se tornar mais competitiva é adotar *Lean Six Sigma*.

O *Lean Six Sigma*, surgiu através de um ambiente criado pelo TQM (*Total Quality Management*) (BLACK & REVERE, 2006). O TQM enfatiza a melhoria contínua dos processos e sistemas, afim de alcançar a satisfação do cliente, redução dos custos, aumento da produtividade e garantido sucesso da organização no longo prazo.

A metodologia *Lean Six Sigma* é uma abordagem focada em melhorar a qualidade dos produtos, processos e serviços, reduzir a variação e eliminar o desperdício em uma organização. É a combinação de dois programas de melhoria: *Six Sigma* e *Lean Manufacturing* (FURTERER, 2009).

O estudo bibliográfico realizado neste trabalho proporciona o entendimento do comportamento do *Lean Six Sigma* nos artigos selecionados, de acordo com os critérios de inclusões e exclusões através da metodologia PRISMA, de forma a auxiliar e

embasar os conteúdos e resultados aqui presentes, sendo possível identificar as melhorias causadas por esta metodologia nos setores de serviço e industrial.

Outros estudos bibliográficos com a metodologia *Lean Six Sigma* foram realizados. Snee (2010), identificou importantes avanços da metodologia entre os dez e quinze últimos anos, apontando tendências emergentes que sugeriam a possível evolução do *Lean Six Sigma*. Sreedharan (2016) fez uma revisão de literatura do *Lean Six Sigma* através de 235 artigos de pesquisa, e reportou as diferenças nas definições, metodologias, tipos de indústria e demografia. Assarlind et al. (2013), exploraram a aplicação do *Lean Six Sigma*, através de entrevistas, observações, análises de documentos, afim de identificarem a importância de melhorar continuamente a aplicação da metodologia.

O estudo realizado neste trabalho é de grande importância pois mostra como a metodologia *Lean Six Sigma* tem sido implementada nos últimos dez anos entre os setores de serviço e industrial, mostrando sua flexibilidade de aplicação.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

Identificar as melhorias, por meio de uma revisão bibliográfica, da aplicação da metodologia *Lean Six Sigma* nos setores industrial de serviços de diferentes países.

### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisão bibliográfica na aplicação do *Lean Six Sigma* nos setores industrial e de serviços;
- Apontar o propósito do uso da metodologia *Lean Six Sigma* nos setores industrial e de serviços na resolução de problemas;
- Apresentar as ferramentas utilizadas através da metodologia *Lean Six Sigma*;
- Discorrer sobre os resultados obtidos pelos setores na aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*;
- Verificar se a teoria apresentada pelo *Lean Six Sigma* corresponde com sua execução nos estudos de casos.

## 1.5 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O presente trabalho é uma pesquisa bibliográfica feita através de publicações em jornais internacionais, de modo a identificar as melhorias adquiridas a partir da aplicação da metodologia *Lean Six Sigma* nos setores industrial e de serviços em diferentes países.

A seleção de artigos sobre a problemática definida foi feita por meio da metodologia PRISMA, através da combinação das palavras-chave: *Total Quality Management, Continuous Quality Improvement, TQM, Customer Satisfaction, Lean Six Sigma*, critérios de inclusão e exclusão, e pesquisa realizada nas seguintes bases de informação científica: *Google Scholar, SciELO, ScienceDirect, Taylor & Francis, Web of Science*, estas escolhidas por serem as mais conhecidas no meio acadêmico. Estes critérios de exclusão e inclusão escolhidos junto à metodologia PRISMA, garantiram somente estudos aderentes ao propósito do trabalho. Os resultados obtidos através desta metodologia são restritos a este portfólio e período de busca selecionados, estes os anos 2007 à 2017.

Com a metodologia PRISMA, o trabalho restringiu-se a observar benefícios e melhorias adquiridos através da implementação do *Lean Six Sigma*, não aprofundando-se no que diz respeito à custos ou outras características específicas que o *Lean Six Sigma* pode oferecer. Foi possível também verificar se os objetivos e resultados apresentados pela teoria do *Lean Six Sigma* correspondem com os mesmos encontrados nos estudos de casos.

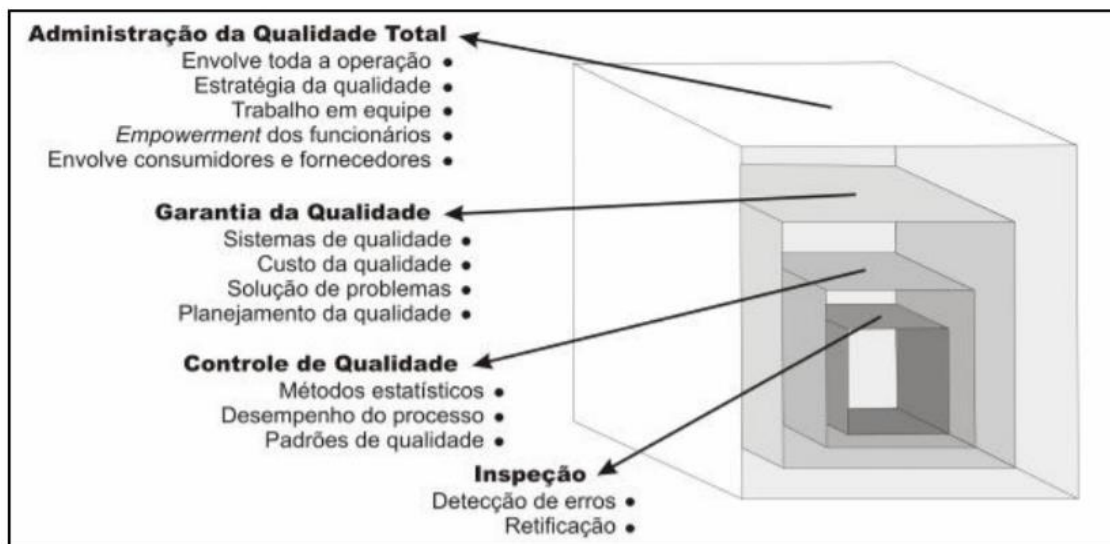


## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 EVOLUÇÃO DA GESTÃO DA QUALIDADE

Segundo Abrantes (2009), a partir de 1900 e após as contribuições da Administração Científica de Taylor, a qualidade passou a ser dividida em quatro fases: 1.Inspeção da Qualidade, 2.Controle da Qualidade, 3.Garantia da Qualidade e 4.Administração da Qualidade Total, como mostra a figura 1.

Figura 1 - A evolução dos conceitos da qualidade



Fonte: Slack et al., 2008.

A inspeção da qualidade deu-se entre 1900 e 1940 (ABRANTES, 2009). Seu foco era a produtividade, ou seja, primeiro a produção e depois a busca pela conformidade. Era comum a rejeição de produtos e o alto índice de desperdícios (RIBEIRO, 2003).

O controle da qualidade aconteceu durante os anos de 1940 e 1970, seus principais focos foram, controle e o produto final (GARVIN, 1988). Por decorrência das dificuldades e busca por estratégias durante o período de guerra, nestes mesmos anos, foram apresentados os métodos estatísticos de controle e os gráficos de controle de Shewhart (CHASE & AQUILANO, 1992).

A garantia da qualidade consolidou-se entre os anos de 1970 e 1980, baseada a partir das metodologias japonesas de produção e controle, seu foco eram os

processos e clientes (GARVIN, 1988). Houveram importantes ações neste período: sistemas de qualidade, método de solução de problemas (MASP), ciclo PDCA (*Plan - Do - Check - Act*) e planejamento da qualidade (ABRANTES, 2009).

A Administração da Qualidade Total, em inglês TQM - *Total Quality Management*, apresentou-se por volta da década de 80, focando nos processos e clientes (SLACK et al., 2008). A qualidade total se fundamentou em outros conceitos importantes de gestão, como a liderança, melhoria contínua, visão de processos, abordagem científica, comprometimento e envolvimento, dentre outros, criando um suporte indispensável não somente à gestão da qualidade, como também à gestão dos processos e operações em geral (CARPINETTI, 2012).

A partir de Carvalho (2005), algumas definições para o conceito de qualidade, de acordo com distintos autores, no quadro 1.

**Quadro 1 - A evolução dos conceitos da qualidade**

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Frase</b>
Robert A. Broh	1974	Qualidade é o grau de excelência a um preço aceitável
Philip B. Crosby	1979	Prevenir não conformidades é mais barato que corrigir ou refazer o trabalho
William E. Deming	1968	A Qualidade consiste na capacidade de satisfazer desejos
	1993	Qualidade é tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente
Armand V. Feigenbaum	1994	Qualidade é a correção dos problemas e de suas causas ao longo de toda a série de fatores relacionados com marketing, projetos, engenharia, produção e manutenção, que exercem influência sobre a satisfação do usuário
Joseph M. Juran	1992	Qualidade é a ausência de deficiências, ou seja, quanto menos defeitos, melhor a qualidade
Robert M. Pirsig	1974	A Qualidade não é nem pensamento nem matéria, mas uma terceira entidade independente das duas. Ainda que Qualidade não possa ser definida, sabe-se que existe

**Fonte: Adaptado de Carvalho (2005)**

A qualidade possui várias vertentes de interpretação. No início da década de 50, a qualidade do produto era tida como sinônimo de perfeição e técnica, conceito voltado ao produto e sua produção (CARVALHO, 2005). Já no fim dos anos 50, a partir

das contribuições de Juran qualidade foi vista como a satisfação do cliente quanto a adaptação do produto ao uso (JURAN,1990).

## 2.2 AS SETE FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE

As sete ferramentas básicas da qualidade são um conjunto de técnicas gráficas identificadas como sendo úteis na resolução de problemas relacionados à qualidade (MONTGOMERY,2005). Estas ferramentas são chamadas de básicas pois podem ser utilizadas por qualquer pessoa sem treinamento formal em estatística (TAGUE,2004).

As ferramentas são:

- Gráfico de Pareto;
- Diagrama de Ishikawa;
- Histograma;
- Folhas de Verificação;
- Diagrama de Dispersão;
- Cartas de Controle;
- Estratificação.

Surgiram no Japão pós-guerra, inspirada nas sete armas famosas de Benkei (ISHIKAWA,1990). Naquela época, as empresas treinavam seus colaboradores a utilizarem técnicas de controle de estatístico, porém devido a complexidade, o mesmo não foi bem aceito. Dessa forma, passaram a focar no treinamento de métodos mais simples, porém que resolviam os problemas propostos (ISHIKAWA, 1985).

### 2.2.1 Gráfico de Pareto

O gráfico de Pareto é composto por barras verticais que se ordenam de forma decrescente, conforme a frequência de eventos de uma determinada coleta de dados, e ainda uma linha que apresenta as porcentagens dos dados acumulados (WERKEMA, 2006).

A premissa de Pareto destaca os problemas em duas vertentes: Poucos - Vitais e Muitos - Triviais, ou seja, a maior parcela dos defeituosos, refere-se a poucas causas (CAMPOS, 2004). Têm-se também a premissa da relação 20/80, por exemplo, em um

banco, 80% de seus depósitos pertencem a 20% de seus clientes, assim sendo, os 20% restantes são de 80% de clientes deste mesmo banco (WERKEMA, 2006).

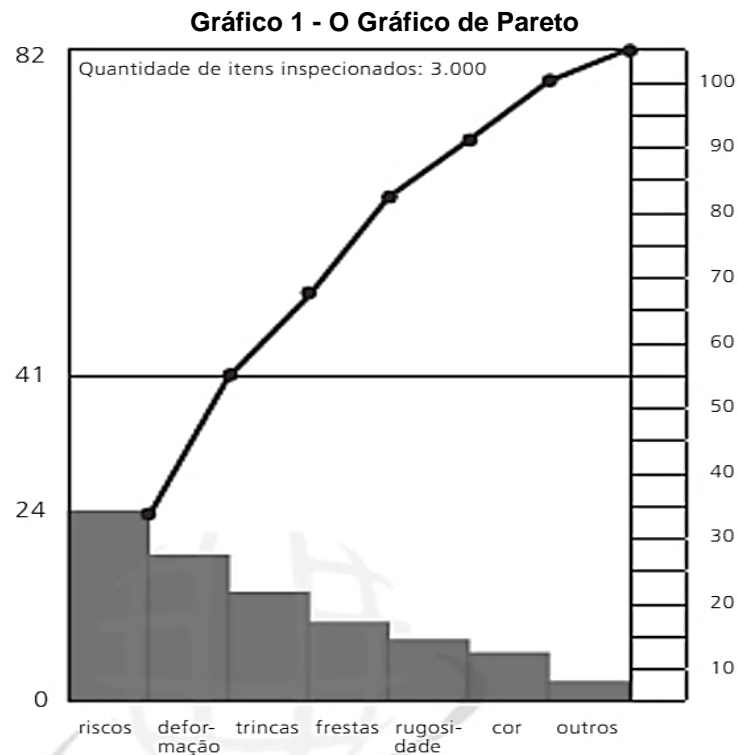
No gráfico de Pareto fica visível a identificação dos problemas de maior importância e que devem ser priorizados (SELEME, 2010). O quadro 2 apresenta uma tabela com dados para a construção de um gráfico de Pareto.

**Quadro 2 - Dados do Gráfico de Pareto**

defeito	ocorrências			
	quantidade (q)	acumulada (a)	quantidade (%)	acumulada (%)
riscos	24	24	29,27%	29,27%
deformação	17	41	20,73%	50,00%
trincas	13	54	15,85%	65,85%
frestas	10	64	12,20%	78,05%
rugosidade	8	72	9,76%	87,80%
cor	7	79	8,54%	96,34%
outros	3	82	3,66%	100,00%
	82		100,00%	

**Fonte: Seleme(2010)**

No quadro 2 é possível identificar a quantidade em função do tipo de defeito presente na peça. Os defeitos foram ordenados de acordo com sua quantidade de ocorrência, do que mais ocorre, para o que menos ocorre (SELEME, 2010). Assim, foi possível calcular a quantidade acumulada dos defeitos, os percentuais por defeitos e os percentuais acumulados. Com todos estes dados um gráfico de Pareto é construído, como mostra o gráfico 1.



**Fonte: Seleme (2010)**

É visível através do gráfico de Pareto que o item riscos é o responsável pelo maior número de defeitos, e atacando na solução deste problema, reduz-se o maior número de defeitos presentes nas peças (SELEME, 2010).

A interpretação do gráfico é simples, o que torna seu uso de fácil acesso a qualquer pessoa.

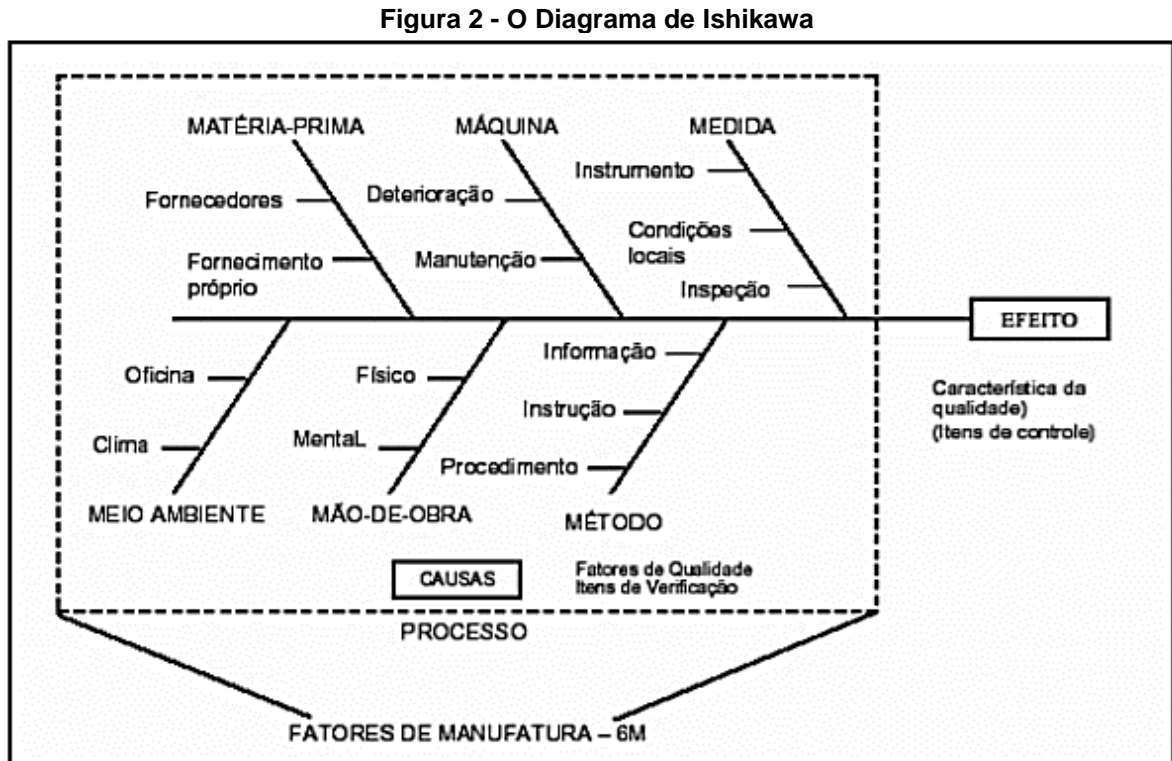
### 2.2.2 Diagrama de Ishikawa

Os diagramas de causa e efeito, também conhecidos como diagramas de Ishikawa ou espinha de peixe, descrevem graficamente as relações entre um determinado resultado e todos os fatores que contribuem para o mesmo (CAMPOS, 2004).

A estrutura do diagrama inclui a “cabeça”, onde é descrito o tópico a ser estudado, seguida do “osso” central, onde as possíveis causas do problema são apresentadas. Essas causas são divididas em seis tópicos principais: máquina, matéria-

prima, mão-de-obra, meio-ambiente, medidas e método, os quais facilitam um entendimento maior do problema tratado (CAMPOS, 2004).

A figura 2 abaixo mostra um exemplo de diagrama de Ishikawa.



Fonte: Campos (2004)

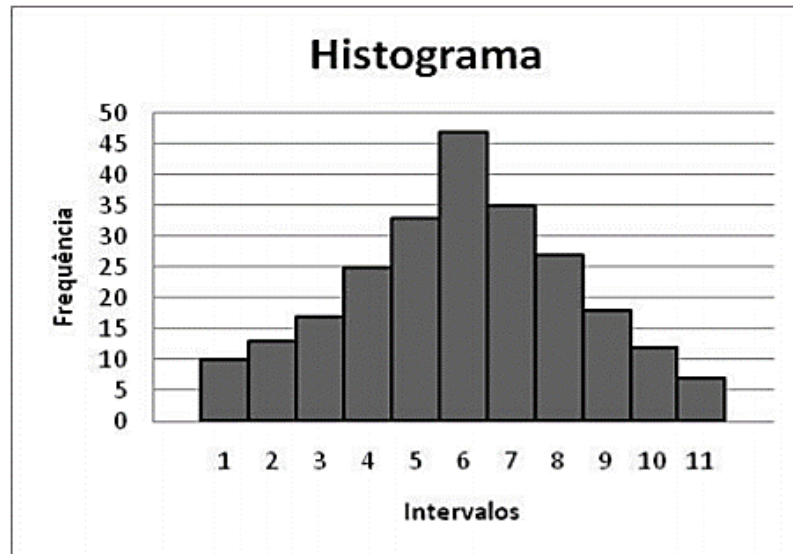
A partir da identificação dos problemas averiguados em cada um dos tópicos, é possível fazer um reconhecimento dos problemas principais e tomar ações para que sejam minimizados os efeitos negativos causados e buscar a melhoria dos efeitos positivos (CAMPOS, 2004).

### 2.2.3 Histograma

Um histograma exhibe dados numéricos agrupando dados em intervalos de largura igual. Cada compartimento é representado por uma barra, cuja altura corresponde a quantos pontos de dados estão neste mesmo intervalo. A altura das barras representa quantos pontos de dados estão em cada intervalo (WERKEMA, 2006).

O gráfico 2 mostra um exemplo de histograma.

**Gráfico 2 - O Histograma**



Fonte: Werkema (2006)

O histograma proporciona uma representação da variável em um dado instante, onde a distribuição de assiduidade é reunida estatisticamente em forma de classes, onde é possível observar a tendência central das variáveis e sua oscilação (MARSHALL et al., 2012).

#### 2.2.4 Folha de Verificação

A folha de verificação é uma tabela ou formulário, nos quais os dados a serem estudados já estão impressos. Elas ajudam a ordenar e padronizar a coleta de dados, para que mais tarde seja feita uma análise destes dados (AGUIAR, 2002).

Segundo Werkema (2006), a elaboração da folha de verificação pode ser feita da seguinte maneira:

1. Definir o propósito da coleta de dados;
2. Estabelecer o título da folha da verificação;
3. Incluir campo para os responsáveis pelo registro, departamento, turno, data da coleta e códigos dos produtos a serem analisados;
4. Incluir sucinto processo de preenchimento da folha.
5. Instruir todos os envolvidos na importância do preenchimento da folha de

verificação e propor pequeno treinamento de sua execução.

A figura 3 mostra uma folha de verificação aplicada no apontamento de tipos de defeitos em peças.

Figura 3- Exemplo de folha de verificação em registro de produtos defeituosos

<b>Tipo de Defeito</b>	<b>Verificação</b>	<b>Total</b>
<b>Trinca</b>	//// //	<b>15</b>
<b>Risco</b>	//// //	<b>30</b>
<b>Mancha</b>	//// //	<b>10</b>
<b>Folga</b>	//// //	<b>27</b>
<b>Outros</b>	//// //	<b>08</b>
<b>Total</b>		<b>90</b>

Fonte: Adaptado de Aguiar (2002)

As folhas de verificação podem ser aplicadas em diversas áreas, seus principais usos são na localização e causas de defeitos, não limitando-se a estes (AGUIAR, 2002).

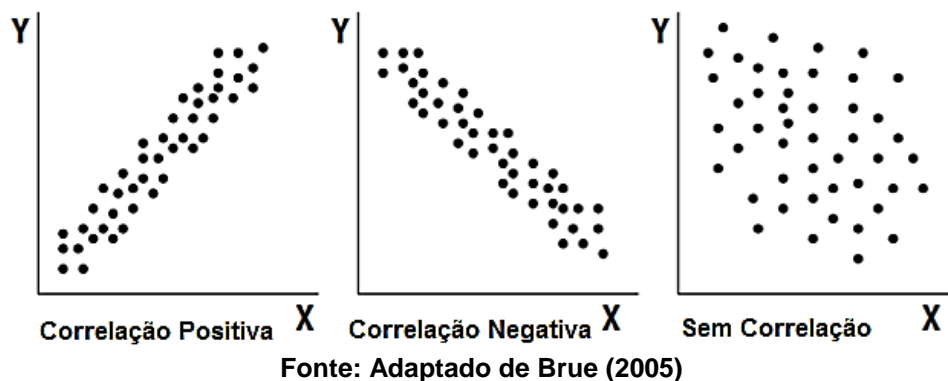
### 2.2.5 Diagrama de Dispersão

O diagrama de dispersão mostra o relacionamento entre duas variáveis, podendo ser identificado através deles a tendência de correlação entre duas ou mais variantes. Esta avaliação da tendência contribui para otimizar a eficiência dos métodos de controle de processo, o que facilita a identificação de prováveis problemas e planejamento de suas ações (WERKEMA, 2006).

O diagrama de dispersão pode apresentar três cenários, correlação positiva, correlação negativa e sem correlação, como mostra a figura 4.

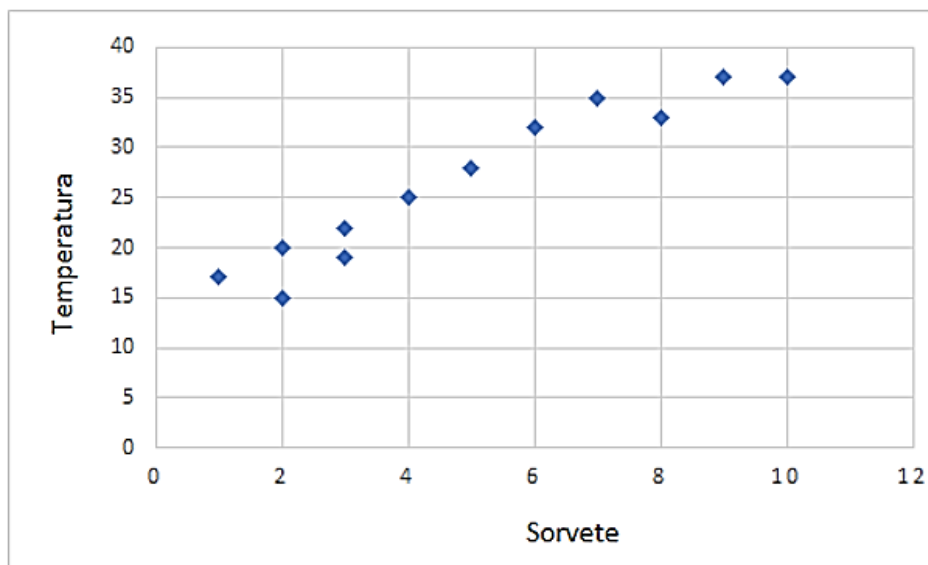


Figura 4- Diagrama de dispersão - Correlação positiva, negativa e sem correlação



Na prática, um exemplo de aplicação do diagrama de dispersão seria a análise de duas variáveis, X e Y, onde X representa o número de sorvetes e Y o grau de temperatura, neste gráfico vamos avaliar a correlação entre quantidade de sorvete comprada em relação ao aumento de temperatura, como mostra o gráfico 3.

Gráfico 3- Exemplo de diagrama de dispersão



Fonte : Autoria Própria (2017)

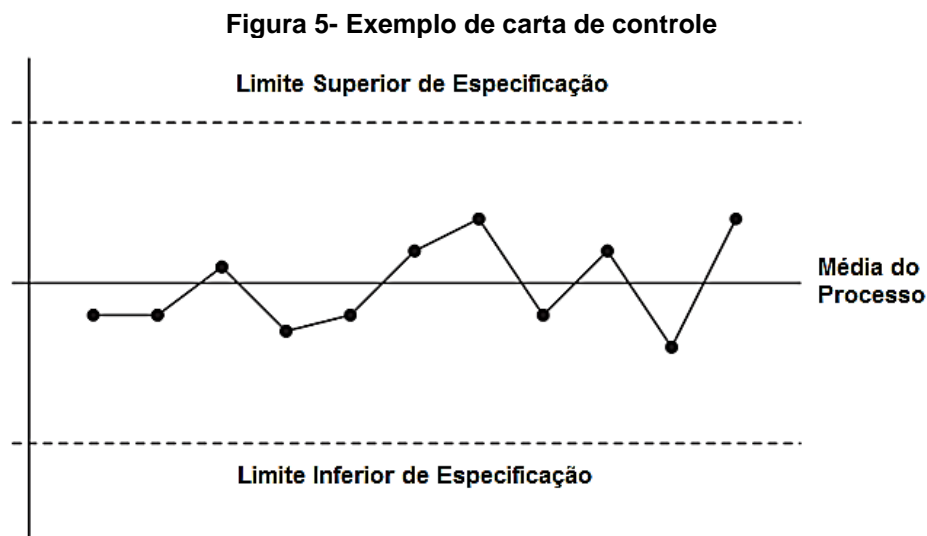
No gráfico 3, a partir do diagrama de dispersão, foi possível constatar que à medida que se aumenta a temperatura, aumenta-se o número do consumo de sorvetes, porém, não se pode provar que uma variável seja a causa da outra, em outras palavras, a garantia de relação causa e efeito.

### 2.2.6 Cartas de Controle

O responsável pelo surgimento das cartas de controle na década de 20, foi W. A. Shewhart, e atualmente elas ainda continuam com seu desenvolvimento em novas aplicações em diferentes áreas (SHEWHART, 1926).

As cartas de controle, ou gráficos de controle, como o próprio nome diz, monitoram se um processo está ou não sob controle. O gráfico contém três partes: uma linha central (LM) que representa o valor médio da característica de qualidade correspondente ao estado de descontrole, uma linha superior chamada limite superior de controle (LSC) e uma linha inferior chamada limite inferior de controle (LIC), essas três linhas asseguram que o processo está em controle, e a partir da dispersão dos pontos entre elas é possível entender o resultado da sua amostra (WERKEMA, 2006).

A figura 5 mostra um exemplo de cartas de controle em um processo que está em controle.



Fonte: Adaptado de Brue(2005)

Segundo Shewhart (1926), as principais funções desse gráfico envolvem:

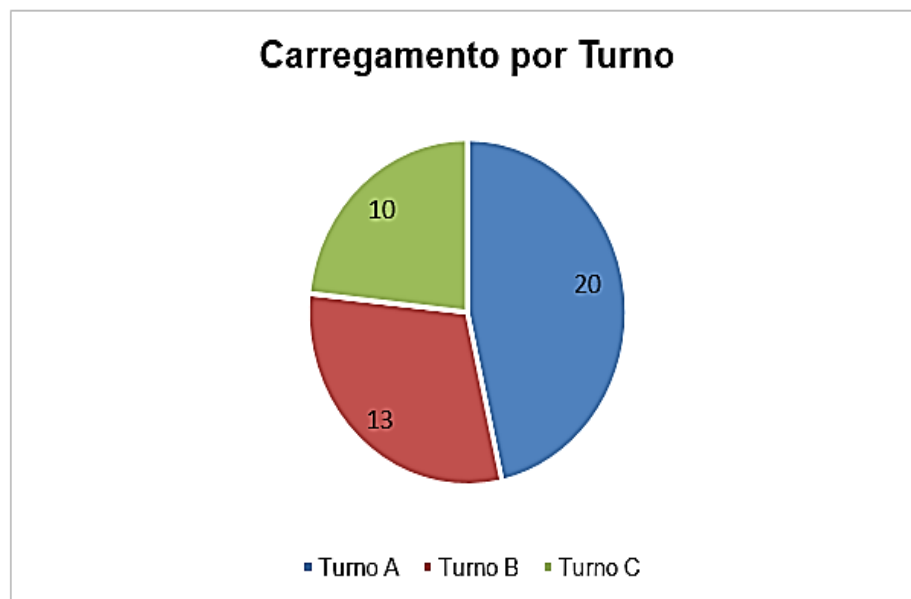
- Destacar indícios de que o processo está sob controle estatístico, através das linhas de controle;
- Sinalizar a existência de causas especiais de variabilidade, para que contramedidas sejam tomadas.

### 2.2.7 Estratificação

A estratificação é uma técnica utilizada em combinação a outras ferramentas de análise de dados. Quando os dados de várias fontes ou categorias são agrupados, o significado destes pode ser difícil de ser analisado. Dessa forma, a estratificação separa os dados de forma que os padrões possam ser vistos (MARSHALL, et al., 2012).

O gráfico 4 mostra um exemplo de estratificação de dados em carregamento de carretas, separados por turnos.

**Gráfico 4- Gráfico de Estratificação**



**Fonte: Autoria própria (2017)**

A estratificação, quando feita de forma adequada, mostra as causas do problema e abre caminho para o estabelecimento de contramedidas pertinentes (GITLOW *et al.*, 1989).

Se um produto não for propriamente estratificado, não será fácil encontrar as reais causas de seus problemas. A estratificação deve ser realizada em vários produtos enquanto sua produção, ajudando na detecção e remoção das causas dos problemas, bem como melhorar sua qualidade com o tempo (CHANG & LU, 1995).

### 2.3 TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)

O TQM surgiu em 1980, porém suas raízes manifestaram-se junto aos princípios de gestão em 1920 ( MCADAM, 2000). O surgimento da gestão da qualidade total (TQM) tem sido um dos principais desenvolvimentos na prática de gestão. O reconhecimento do TQM como uma vantagem competitiva está amplamente difundido em todo o mundo, especialmente nos países ocidentais, e hoje, muito poucas empresas, principalmente no ramo da manufatura, podem se dar ao luxo de ignorar o termo TQM (DEAM e BOWEN, 1994).

O TQM é composto por três palavras, as quais segundo os autores, Wilkinson, Redman e Snape (1994) , significam:

*Total*: composto por todas as áreas funcionais e em todos os níveis.

*Quality*: grau de excelência que um produto ou serviço oferece para atender aos requisitos do cliente

*Management*: utilização eficaz dos recursos, a fim de manter o nível existente e melhorar continuamente a qualidade.

De acordo com Early e Godfrey (1995), TQM são processos, métodos e sistemas que uma organização usa para agradar seus clientes, e ao mesmo tempo, ajudar a reduzir custos, melhorar a receita, e capacitar funcionários. Esses métodos não são definitivos, eles mudam continuamente com o tempo. Em adição ao uso do TQM, aponta-se análise de lealdade dos clientes, parcerias cliente-fornecedor, reengenharia e times auto-dirigidos.

O quadro 3, mostra algumas definições do TQM.

**Quadro 3– Definições do TQM**

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Frase</b>
Feinburg	1995	TQM é todos os funcionários trabalhando juntos a fim de melhorar continuamente para os seus clientes
Ross	1995	TQM é um sistema que considera toda interação entre vários elementos de uma organização
Shortell	1995	TQM é um processo estruturado e sistemático que proporciona à empresa amplo desenvolvimento em relação ao planejamento e melhoria contínua na qualidade

**Fonte: Adaptado de Feinburg (1995), Ross (1995) e Shortell (1995)**

Ao longo do tempo alguns modelos de TQM foram apresentados, entre eles o modelo de Shiba, o qual defende que o TQM é um sistema em constante desenvolvimento, e que por meio da melhoria contínua de produtos e serviços, busca o aumento da satisfação dos clientes (SHIBA, SHOJI e WALDEN, 2001).

### 2.3.1 Melhoria Contínua

O procedimento para que haja melhoria segue da introdução de uma sistemática de trabalho, apto a extrair dados e informações genuínas com finalidade de tomar vereditos com o intuito de estabelecer melhorias contínuas aos processos e procedimentos, buscando ganhos à empresa (BRAGA, 2008)

A melhoria contínua requer uma cultura organizacional que disponha de um vasto conjunto de ferramentas para que seus membros estejam bem equipados, bem como que continuamente os encoraje a inovarem e deixarem seus medos de lado (ABRUNOSA et al., 2008).

Assim que um processo de melhoria na qualidade se instala, tudo flui. As pessoas não devem atribuir posições defensivas e enxergarem esse processo como um ponto negativo ou crítica, pelo contrário, se todos se envolverem, o benefício será geral (CROSBY, 1990).

Não se deve adaptar o processo de melhoria à cultura corporativa, deve-se mudar a cultura para que esta se adeque ao que é melhor. Deve-se aprender com o passado, para não viver dele (CROSBY, 1990).

### 2.3.2 Foco no Cliente

O cliente é muito importante na filosofia TQM. Desta forma para agradar seus clientes a empresa primeiramente deve identificá-los, ambos externos e internos (AHIRE et al., 1996), e manter um contato íntimo a fim de entender suas verdadeiras necessidades e conseguir satisfazê-las (DEAN et al., 1994).

O cliente espera minimamente que suas expectativas serão atendidas, então é previsto que a empresa alinhe sua cultura e filosofia organizacional para que tal aconteça (DEMING, 1990).

De acordo com Crosby (1990), nenhuma empresa tem um processo tão perfeito que não precise se preocupar com seus clientes, por isso é importante satisfazer o cliente do começo ao fim.

### 2.3.3 O Envolvimento das Pessoas

Liderar é conseguir influenciar pessoas a fazerem seu trabalho com dedicação, empregando seu talento na procura de resultados eficientes. Ter a liderança como forma de gestão ajuda a incentivar as pessoas, o que difere da forma autoritária hierárquica. A liderança no processo de gestão da qualidade enfoca que para que haja foco no cliente e melhoria contínua, é necessário que o líder se comprometa com a qualidade e local de trabalho adequado aos trabalhadores, de modo que os objetivos de todos sejam os mesmos: foco no cliente e melhoria contínua (CARPINETTI, 2012).

As pessoas em geral querem fazer um bom trabalho e irão tentar melhorar se receberem o devido treinamento e materiais (GRANT et al., 1994).

O envolvimento de todos é muito importante para que haja eficiência no trabalho, e é por isso que parte das características do TQM são: o envolvimento de todos, o trabalho em equipe, boa comunicação. As mudanças na nova maneira de se trabalhar requerida pelo TQM só é possível através de uma boa gestão de práticas e pessoas (ABRUNHOSA et al., 2008).

## 2.4 LEAN MANUFACTURING

*Lean* é uma série de princípios, práticas e métodos voltados para design, melhoramento e gestão de processos. *Lean* tem por objetivo melhorar a eficiência ao eliminar alguns tipos de desperdícios, os quais absorvem tempo e recursos e não acrescentando valor ao produto ou processo (TAGGE et al., 2017).

O pensamento *Lean* é diferente do da fabricação tradicional. O conceito de fabricação tradicional se concentra no inventário do sistema, enquanto o *Lean* se opõe a tal (ANDREW, 2006). O *Lean* considera o inventário como um desperdício na organização, por isso entender as diferenças entre fabricação tradicional e *Lean* é muito importante para as organizações que seguem as práticas *Lean* (ANDREW, 2006).

O *Lean Manufacturing* começa definindo “valor agregado”. O valor agregado é qualquer ação que transforma o produto naquilo que o cliente deseja, todo o resto é definido como desperdício. O desperdício é qualquer atividade que consuma recursos, não agregando valor ao produto (RAY et al., 2006). Pela filosofia *Lean* há oito categorias de desperdício, mostrados na tabela 1.

**Tabela 1- Os 8 tipos de desperdício no Lean Manufacturing**

<b>Desperdício</b>	<b>Descrição</b>
Movimentação	Qualquer movimento de pessoas ou máquinas que não agrega valor
Tempo de espera	Tempo ocioso enquanto espera por itens que não estão imediatamente disponíveis
Defeitos	Produto não atinge as especificações do cliente
Transporte	Movimentação de trabalho em distâncias curtas ou longas sem agregar valor
Superprodução	Produzir mais cedo ou mais rápido do que é exigido pelo passo de processo seguinte
Estoque	Estoque em excesso do mínimo requerido para executar o processo seguinte
Superprocessamento	Processos de trabalho ou materiais que não agregam valor ao produto do ponto de vista do cliente
Pessoas	O desperdício de não usar a capacidade mental, criativa ou física dos funcionários

**Fonte: Adaptado de Ray, Ripley e Neal (2006)**

Dentre as ferramentas utilizadas pelo *Lean* na identificação de melhorias, o presente trabalho abordará: *Kanban*, *Kaizen*, *AV/NAV*, *VSM*, *VoC*, *SWOT*, *5W1H*, *5 Porques*.

#### 2.4.1 Kanban

O *Kanban* é um cartão no qual certas informações são impressas para a produção puxada de materiais. Ele serve como uma ferramenta de comunicação para iniciar a produção da próxima unidade de produto e puxar o item processado entre os estágios da produção (BAYKOÇ e EROL, 1998). A premissa do *Kanban* é que um material não será produzido ou movimentado até que o cliente dê o sinal para fazê-lo (SURENDRA et al., 1999).

Empresas implementam o Kanban a fim de minimizar custos, eliminando a superprodução, desenvolvendo estações de trabalho flexíveis, reduzindo o desperdício e sucata, minimizando os tempos de espera e diminuindo os níveis de estoque (RAHMAN et al., 2013)

A fim de garantir um sistema Kanban de sucesso, as empresas devem considerar fatores como a gestão do estoque, participação dos fornecedores, melhorias e controle na qualidade e o compromisso da alta direção (KUMAR, 2010).

#### 2.4.2 Kainzen

A palavra *Kaizen* é derivada de duas palavras japonesas, “*Ka*”, que significa “mudança” e “*zen*”, que significa “para o melhor” (PALMER, 2001).

*Kaizen* é uma filosofia japonesa que proporciona pequenas melhorias através do esforço contínuo. Estas pequenas melhorias envolvem a participação de todos na organização, desde a alta direção até os cargos mais baixos. A melhoria a longo prazo é obtida através do trabalho executado em direção de padrões mais elevados (MAAROF e MAHMUD, 2016).

O *kaizen* se originou através de uma resposta aos problemas enfrentados pelas indústrias japonesas durante a Segunda Guerra Mundial, tais como recursos limitados e dificuldades para obter matéria-prima (IMAI, 1986). Mas ao mesmo tempo, as empresas japonesas começaram a estudar como melhorar seus processos de produção através da minimização dos desperdícios e otimização da eficiência de seus processos (IMAI, 1986).

#### 2.4.3 AV/NAV

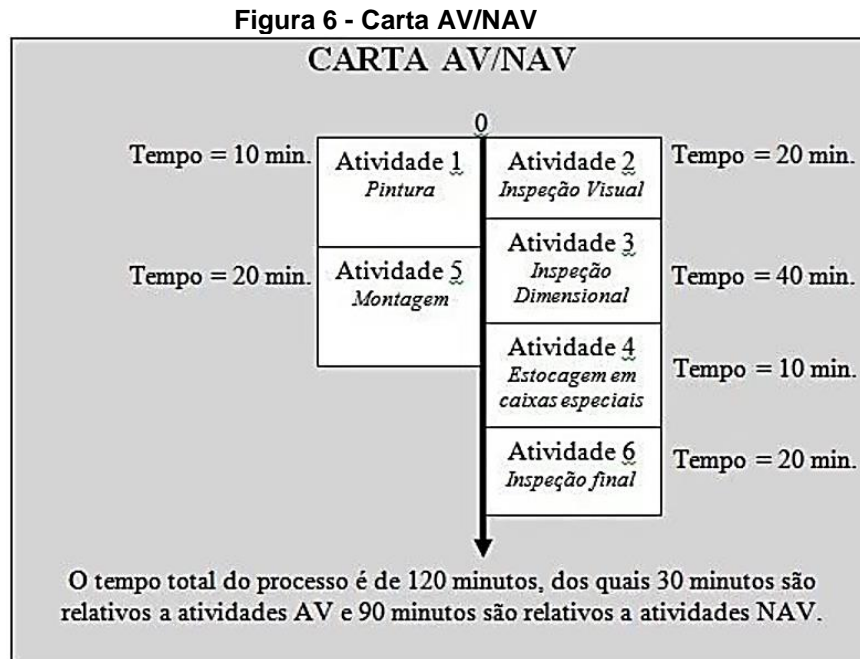
Atividades que agregam valor (AV) são aquelas reconhecidas pelo cliente final como válidas, estando o cliente disposto a remunerar a empresa pela execução da mesma. Em contrapartida, NAV são as atividades que não são consideradas pelo cliente, ou seja, ele não está disposto a pagar mais por elas (MARTINS, 2006).

A visão AV/NAV é essencial para sustentar a competitividade das empresas. A carta AV/NAV tem por objetivo ajudar as empresas a identificar graficamente quais atividades geram ou não, valor ao seu cliente, permitindo a eliminação das



operaçõessem agregação de valor, proporcionando a redução de custos e aumentando a velocidade dos processos (MARTINS, 2006).

Um exemplo da carta AV/NAV para um processo de pintura e montagem é descrito na figura 6.



**Fonte: Martins (2006)**

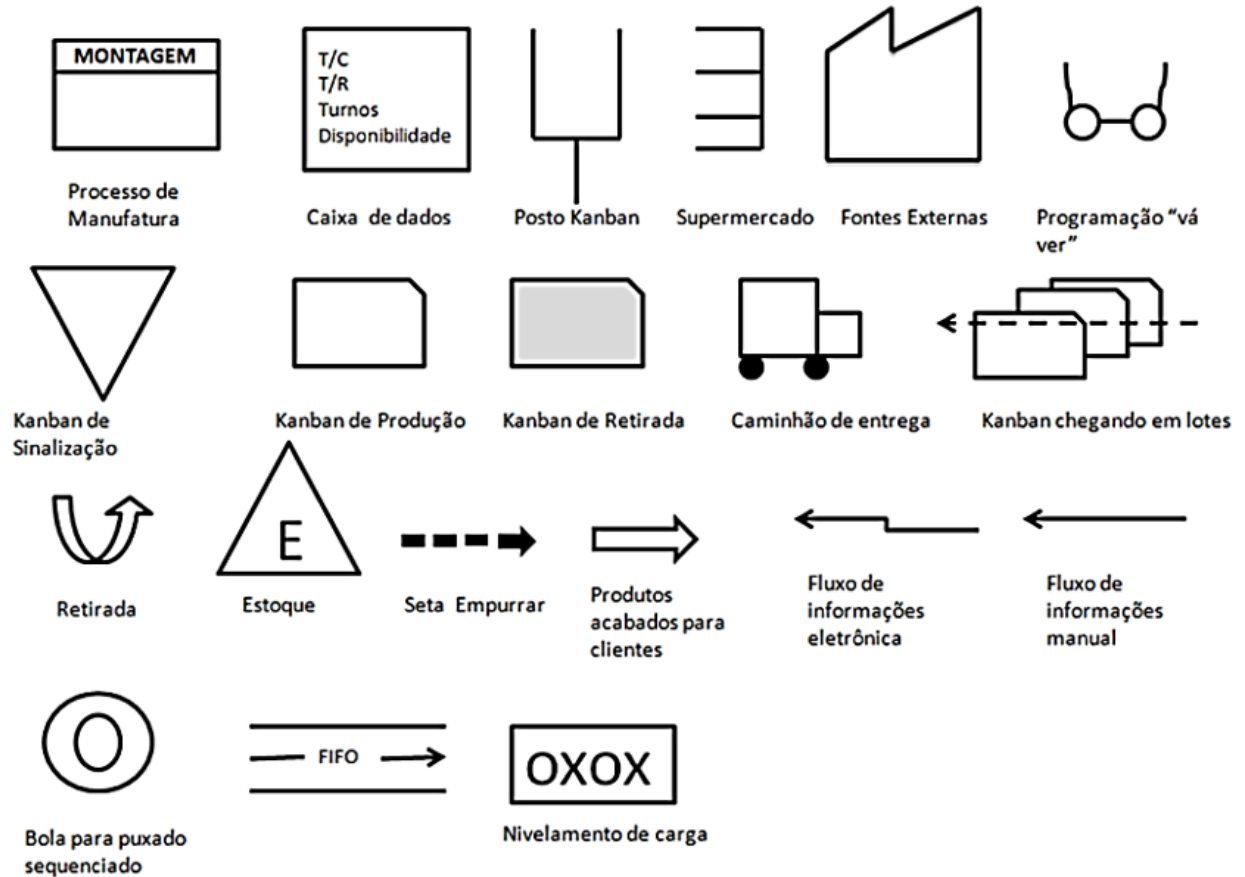
Algumas atividades como inspeção e controle de qualidade são requeridas para garantir a confiabilidade do processo, porém não apresentam agregação de valor ao cliente, mas sem estas não é possível obter-se um produto que apresente a qualidade requerida pelos clientes (MARTINS, 2006).

#### 2.4.4 VALUE STREAM MAPPING (VSM)

O Value Stream Mapping (VSM), Mapeamento de Fluxo de Valor, é uma ferramenta extremamente poderosa usada para descrever a configuração de fluxos de valores de um processo (MANOS,2006). Ele não apenas mapeia fluxos de material, mas também fluxos de informações que sinalizam e controlam esses fluxos de materiais (ROTHER et al, 2009).

Os principais ícones utilizados no VSM são mostrados na figura 7.

**Figura 7 - Principais ícones do Mapeamento de Fluxo de Valor**

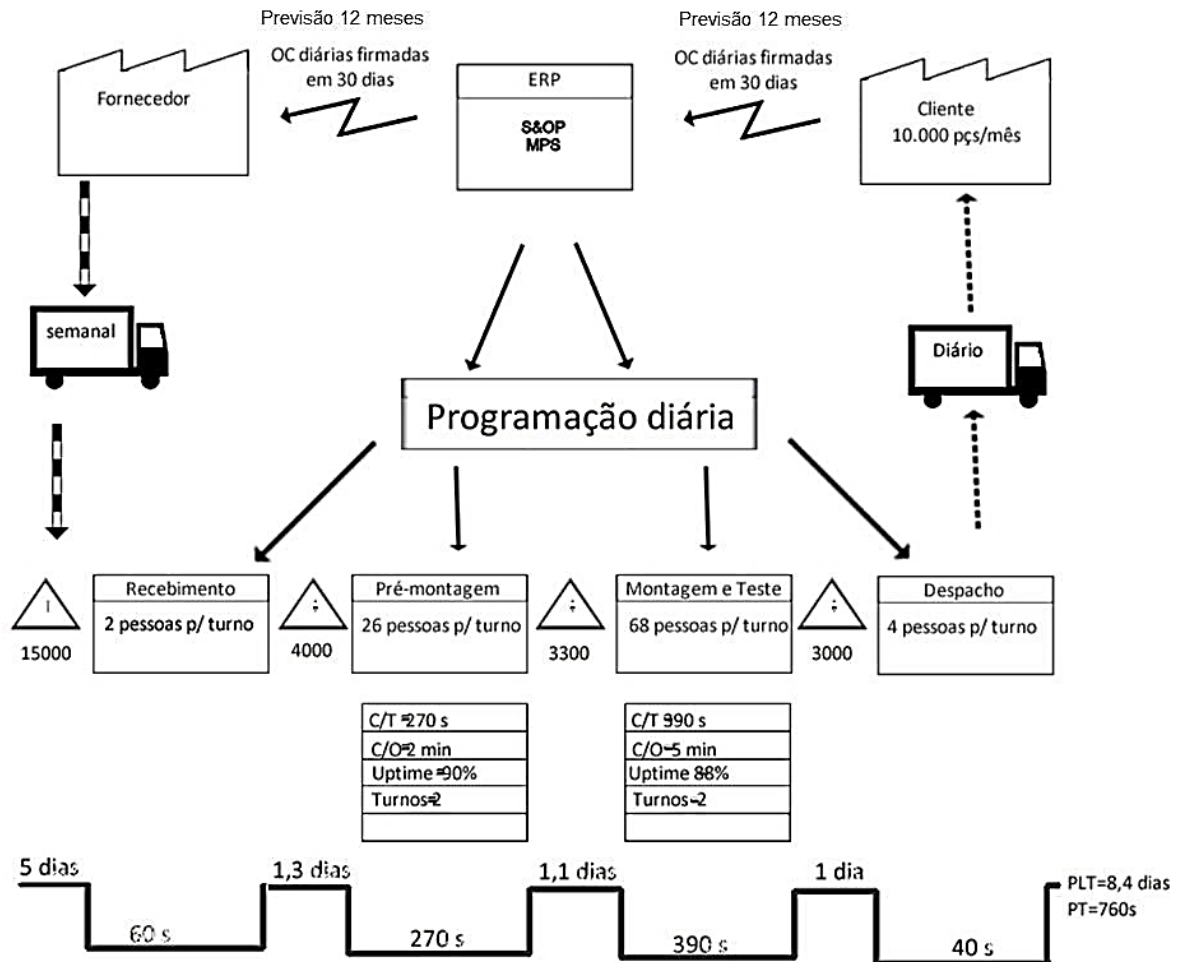


Fonte: Adaptado de Manos (2006)

O VSM pode ajudar a visualizar o fluxo de valor, bem como as fontes de desperdício no processo. Uma vez que o "valor" foi definido, é feita uma análise de todo o fluxo, definindo atividades que agregam valor (AV) e atividades que não agregam valor (NAV) (BRAGLIA et al, 2006).

Um exemplo de VSM aplicado em um processo de produção é mostrado na figura 8.

**Figura 8 - Exemplo de Mapeamento de Fluxo de Valor**



Fonte: Adaptado de Manos (2006)

Os ícones do VSM são formas fáceis de se entender e comunicar através de um mapa de processos. Construir um VSM oferece detalhes que vão além da quantidade de informações que você pode retransmitir com qualquer fluxograma padrão (MANOS, 2006).

#### 2.4.5 VOICE OF CUSTOMER (VOC)

A Voz do Consumidor, em inglês *Voice of Customer* (VOC), é um termo usado para descrever o processo detalhado de captura das expectativas, preferências e aversões de um cliente. Especificamente, a Voz do Consumidor é uma técnica de pesquisa de mercado que produz um conjunto detalhado de necessidades do cliente,

organizada em uma estrutura hierárquica e, em seguida priorizada em termos de importância relativa e satisfação, de acordo com as alternativas atuais (BRADLEY, 2007).

Os estudos conduzidos através da VOC geralmente são constituídos de etapas de pesquisa qualitativa e quantitativa (BURCHILL et al, 1997). Usualmente a VOC é utilizada no início de qualquer nova iniciativa de projeto de produto, processo ou serviço para melhor entender desejos e necessidades do cliente, e também como o primeiro passo para a definição de novos produtos através do Desdobramento da Função de Qualidade (QFD) (GRIFFIN et al, 1993).

É fundamental que a equipe principal do desenvolvimento do produto seja própria e esteja altamente envolvida neste processo. Eles devem ser o aqueles que assumem a liderança na definição do tópico, projetando a amostra (ou seja, os tipos de clientes a serem incluídos), gerando as perguntas para o guia de discussão, seja conduzindo ou observando e analisando as entrevistas e extraindo e processando as declarações de necessidades (BURCHILL et al, 1997).

#### 2.4.6 SWOT

A análise SWOT (*Strengths* – Forças, *Weaknesses* – Fraquezas, *Opportunities* – Oportunidades, *Threats* – Ameaças), destaca os pontos fortes e fracos internos de uma organização, suas oportunidades de melhoria e crescimento, e as ameaças que o ambiente externo apresenta à sua sobrevivência (USDA, 2008).

A figura 9, mostra um exemplo de como a análise SWOT pode ser distribuída.

Figura 9 - Análise SWOT

	Ajuda	Atrapalha
Interna (organização)	S Forças	W Fraquezas
Externa (ambiente)	O Oportunidades	T Ameaças

Fonte: Autoria própria (2017)

Especificamente, a SWOT é um modelo básico e sincero que avalia o que uma empresa pode ou não fazer, bem como suas potenciais oportunidades e ameaças. Uma vez concluída, ela determina o que pode ajudar a empresa a atingir seus objetivos e quais os obstáculos que devem ser superados ou minimizados para que esses resultados sejam alcançados (SINGH, 2010).

#### 2.4.7 5W1H

O 5W1H (*who* - quem, *what* - o que, *where* – onde, *when* – quando, *why* – por que, *how* – como), é um método de se fazer perguntas sobre um processo ou problema que se busca melhorar. Os quatro ‘Ws’ e o ‘H’ são usados para compreender detalhes, analisar inferências e fazer julgamentos afim de se chegar a fatos fundamentais que guiarão na resolução do problema. Usualmente, o último ‘W’, *owhy*, é utilizado mais de uma vez, até que se possa chegar ao núcleo do problema (BURTONSHAW-GUNN, 2008).

A partir da conclusão do 5W1H, um plano de ação deverá ser criado afim de se atacar a causa raiz do problema. Esta mesma ferramenta também pode servir para ajudar a criar o plano de ação, pois define quem (*who*) será o responsável, o que (*what*)

deve ser feito, onde (*where*) deve ser feito, quando (*when*) deve ser feito, o por que (*why*) deve ser feito, e como (*how*) deve ser feito (BURTONSHAW-GUNN, 2008).

#### 2.4.8 5 Porquês

O diagrama dos 5 porquês ajuda na identificação das causas raiz de um problema. Seu conceito é simples, faz-se cinco vezes a pergunta “por quê?” até que a causa raiz seja revelada (SUMMERS, 2006).

Seguem-se estas etapas para se utilizar o diagrama dos 5 Porquês:

- Comece com o problema a ser resolvido;
- Defina possíveis causas para esse problema;
- Defina as causas das causas anteriores;
- Continue definindo as causas, fazendo-se a pergunta “por quê?”;
- A causa raiz é encontrada quando as perguntas não puderem mais ser respondidas.

É fundamental que, uma vez feito o brainstorming para descobrir as causas potenciais dos problemas, seja adicionado dados que fundamente estas causas (SUMMERS, 2006).

#### 2.5 SIX SIGMA

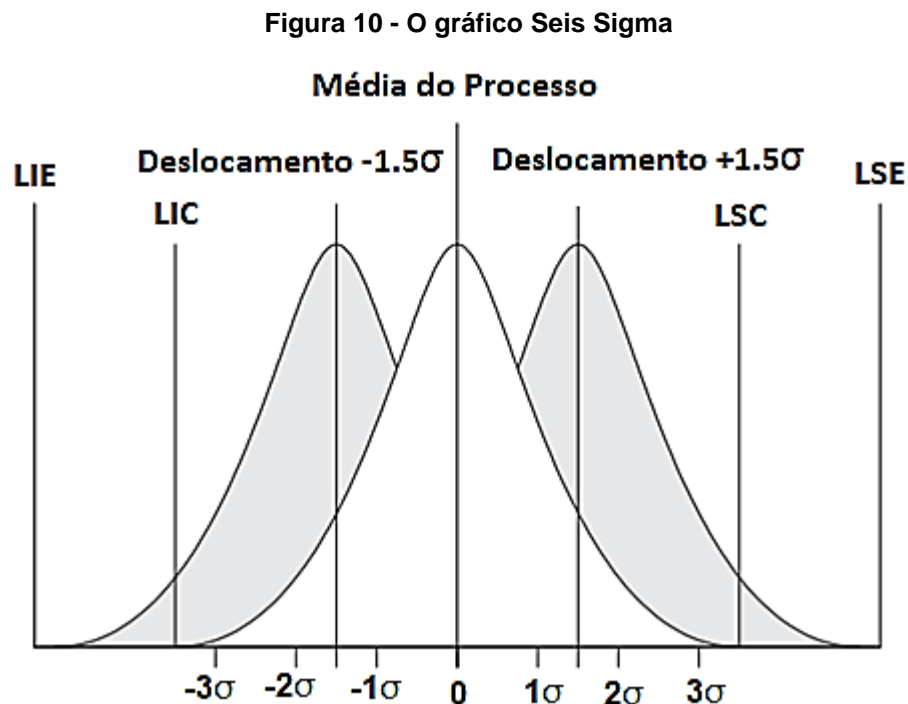
O *Six Sigma*, em português, Seis Sigma, surgiu na Motorola nos anos 80 e o responsável por sua criação foi o engenheiro Bill Smith (CARPINETTI, 2012). Nos anos 90 o Seis Sigma propagou-se em outras empresas através do *Six Sigma Academy*, criado por Mikel Harry e Richard Schroeder (CARPINETTI, 2012). Sua difusão abrangeu tanto o ramo de manufatura quanto a área de serviços (CARVALHO, 2012).

O Seis Sigma é uma metodologia que preza pela melhoria da produtividade e lucratividade. Consiste numa aplicação disciplinada de ferramentas estatísticas na resolução de problemas, a fim de identificar e quantificar o desperdício e indicar passos para a melhoria (BRUE, 2005). O sigma refere-se a letra grega  $\sigma$ , a qual é usada como um medidor de variação estatístico em um processo (OMACHONU et al., 2004).

De acordo com Marshal et al (2006), os principais objetivos do Seis Sigma são:

- Reduzir o número de defeitos, falhas e erros;
- Reduzir a variabilidade dos processos;
- Melhorar os produtos;
- Diminuir o tempo de ciclo;
- Otimizar os estoques;
- Obter os custos mais baixos;
- Melhorar a qualidade;
- Satisfazer os clientes;
- Aumentar a lucratividade.

O termo seis sigma é baseado em um conceito estatístico onde os itens defeituosos podem ser minimizados mantendo 6 desvios padrão ( $6\sigma$ ) entre a média do processo, seus limites de especificação superior (LSE) e inferior (LIE), e seus limites de controle, superior (LSC) e inferior (LIC) (MARTINELLI, 2009), como mostra a figura 10.



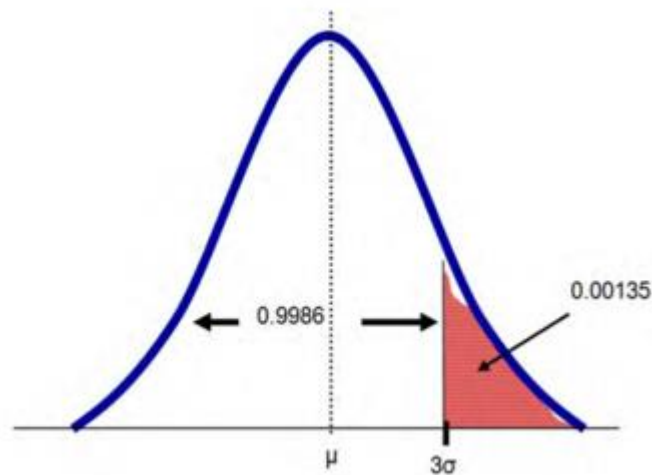
Fonte: Adaptado de Brue (2005)

A operação do sistema seis sigma ( $6\sigma$ ) cria praticamente um ambiente livre de defeitos, permitindo apenas 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (BRUE, 2005), ou

seja, os produtos e serviços são quase perfeitos (99.9997%). Ao eliminar defeitos, automaticamente eliminamos insatisfações (RAISINGHANI et al., 2005).

O seis sigma é focado no conceito de defeitos por milhão de oportunidades (dpmo) para gerar um nível  $\sigma$  para o processo (BRUE, 2005). A Figura 11 mostra um exemplo de dpmo.

**Figura 11- Distribuição normal 3 $\sigma$**



**Fonte: Graeme Knowles (2011)**

Na Figura 11 pode ser visto o exemplo de quando o  $\sigma = 3$ , tem-se um dpmo de 1350 (GRAEME, 2011).

De acordo com a distribuição normal padrão, a performance real do 6 $\sigma$ , produz um dpmo de 0.0002, porém os níveis de  $\sigma$  são calculados usando um deslocamento de 1.5 $\sigma$  incorporado na média do processo, o que explica o 3,4 dpmo (BRUE, 2005).

Os projetos de seis sigma são orientados por um grupo de especialistas em melhoria, por hierarquia são, Executivo líder, *Champions*, os *Master Black-belts*, *Black-belts* e por fim *Green-belts* (CARVALHO,2012).

### 2.5.1 DMAIC - Define, Measure, Analyze, Improve, Control

O processo de melhoria do seis sigma é conduzido pela a metodologia DMAIC. Esta consiste de cinco fases, em português: Definir (*Define*), Medir (*Measure*), Analisar (*Analyze*), Melhorar (*Improve*) e Controlar (*Control*) (WHEELER, 2010). O DMAIC busca



o aprimoramento do processo através da separação exata das atividades que são capazes de serem melhoradas, e do pessoal a ser treinado para que tal melhoria ocorra (CARVALHO, 2012).

- *Define*

A fase Definir identifica claramente qual projeto seis sigma será realizado, ou seja, qual será o objeto de estudo, o problema e o efeito indesejável que se quer eliminar. (CARPINETTI, 2012). Buscando entender os requisitos do cliente e traduzindo-os em características críticas da qualidade (MARTINELLI, 2009).

- *Measure*

Na etapa Medir, é feito um plano de medição da identificação dos processos, da capacidade dos processos e a avaliação da capacidade de medição e cálculo dos processos (SIMANOVÁ, 2015).

- *Analyse*

A fase Analisar consiste na análise dos dados que foram coletados nos passos anteriores e identificação das principais causas dos problemas.

- *Improve*

Na etapa Melhorar devem ser feitas mudanças para que aconteça melhorias no processo, de forma a eliminar as causas identificadas dos problemas, e assim contribuir para que os objetivos sejam alcançados (MARTINELLI, 2009).

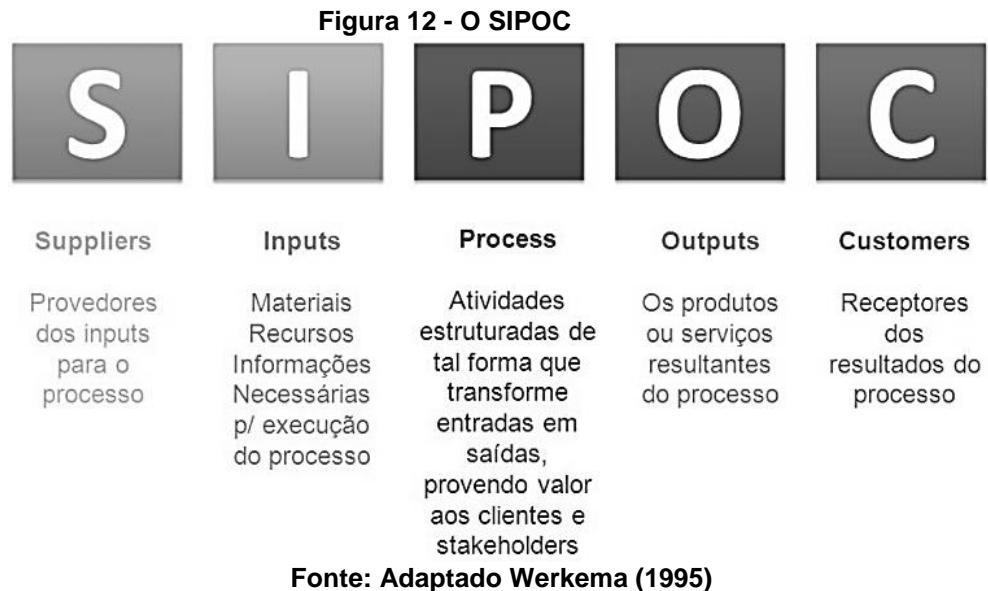
- *Control*

E por fim, na fase Controlar, deve ser feito a manutenção das melhorias através de um sistema de medição e controle definido pela equipe seis sigma, para que a capacidade do processo se mantenha (CARVALHO, 2012).

#### 2.5.1.1 SIPOC

O SIPOC, *Supplier*(Fornecedores), *Inputs*(Entradas), *Process*(Processos), *Outputs*(Saídas), *Customers*(Clientes), é uma visão geral de alto nível do processo que descreve como o processo em questão está servindo o cliente. Em seis sigma, o SIPOC é frequentemente usado na fase "Definir" das etapas do DMAIC, pois ajuda a entender claramente o propósito e o escopo de um processo (WERKEMA, 1995).

A figura 12 mostra um exemplo do SIPOC.



Ao iniciar um novo processo ou negócio, um diagrama SIPOC é essencial para dar às pessoas uma visão macro. Para os negócios existentes, ele ajuda a reconquistar pessoas cuja familiaridade com um processo se desvaneceu ou se tornou desatualizada devido a mudanças no processo (RASIS et al, 2002).

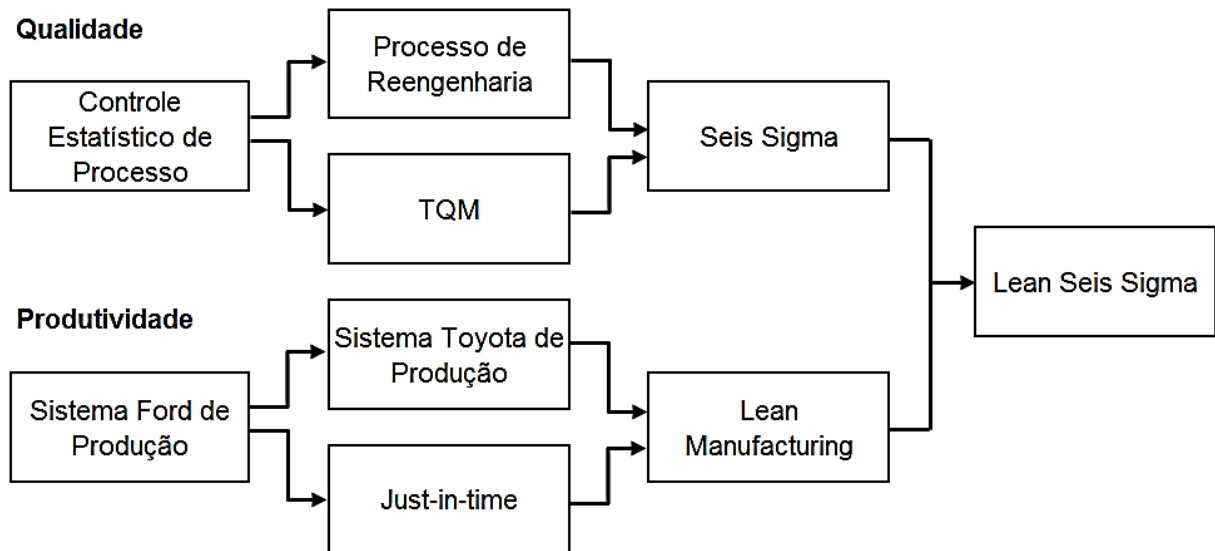
## 2.6 LEAN SIX SIGMA (LSS)

*Lean Six Sigma* é uma abordagem focada em melhorar a qualidade, reduzir a variação e eliminar o desperdício em uma organização (FURTERER, 2009). A iniciativa de combinar *Lean Manufacturing* e os princípios do *Six Sigma* começou no meio da década de 1990, e foi rapidamente reconhecido pelas empresas. Um primeiro exemplo da implementação do Lean Six Sigma aconteceu em 1997, foi feito por uma empresa de controle de aeronaves, BAE Systems Controls, em Fort Wayne, Indiana (SHERIDAN, 2000). Eles começaram com a implementação de iniciativas *Lean* e depois identificaram uma sinergia entre *Lean* e o *Six Sigma* que tinha sido lançado enquanto a empresa fazia parte da General Electric. Os Controles de Sistemas da BAE implementaram as seguintes iniciativas Lean: (1) eventos de kaizen, (2) células de produto de fluxo de peça única conduzidas por tempo (takt-time), (3) sistema kanban

puxado, (4) células de produção enxuta, (5) sistema à prova de erros, e (6) uso de uma força de trabalho multitarefas (SHERIDAN, 2000).

A figura 13 mostra a evolução de ambos os métodos, resultando na criação do *Lean Six Sigma*.

**Figura 13 - A evolução da qualidade e produtividade para o Lean Six Sigma**



Fonte: Adaptado Furterer (2006)

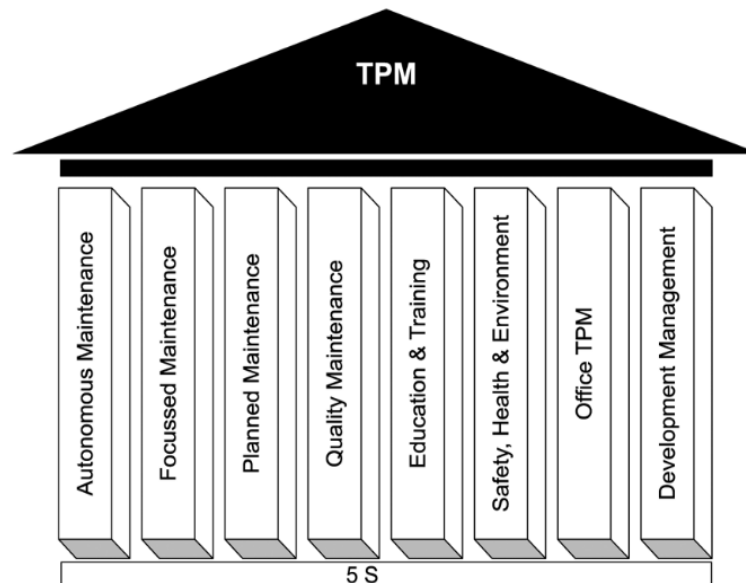
É a combinação de dois programas de melhoria: *Six Sigma* e *Lean Manufacturing*. O *Lean* envolve a redução de todas as formas de desperdícios dos processos e consiste em muitas ferramentas de melhoria como por exemplo, mapeamento de fluxo de valor, Kanban, 5S, *Single Minute Exchange of Die* (SMED) e *Poka-Yoke* (CHAKRAVORTY, 2010). O *Seis Sigma* envolve a redução da variação dos processos e consiste em uma série de etapas ou ferramentas, como por exemplo o DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar), controle estatístico de processo (CEP), design de experimento (DOE), histogramas, e pareto (CHAKRAVORTY, 2009). Juntos formam uma filosofia e metodologia de gestão da qualidade que se concentra na redução da variação; defeitos de medição (por milhão de resultados/oportunidades); e melhorar a qualidade dos produtos, processos e serviços (FURTERER, 2009).

## 2.7 TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)

O TPM, em português, Manutenção da Produção Total, busca melhorar a produtividade e qualidade do processo e simultaneamente, aumentar a satisfação do trabalho e moral dos funcionários. A manutenção preventiva antes do surgimento do TQM era vista como não agregadora de valor ao processo, porém a partir do TQM, esta tem sido essencial para se obter um ciclo de vida mais longos nas máquinas. TPM então é uma abordagem que inovou a manutenção otimizando a eficiência do equipamento, eliminando avarias e promovendo a manutenção autônoma em atividades diárias do operador (SINGH et al., 2013).

O TPM se divide em 8 pilares, como mostrado na figura 14.

**Figura 14 - Os 8 pilares do TPM**



**Fonte: Adaptado de Ahuja e Khamba (2008)**

Todos os pilares do TPM são suportados pela metodologia 5S, são eles: Manutenção Autônoma, Melhoria Focada, Manutenção Planejada, Manutenção de Qualidade, Controle Inicial, Educação e Treinamento, Office, Segurança, Saúde e Meio Ambiente (IRELAND, 2001; SHAMSUDDIN et al, 2005).

- 5S

O 5S é uma técnica de arrumação japonesa. Portanto, é importante que o local de trabalho esteja organizado, caso contrário, os problemas não podem ser reconhecidos. Por isso, limpeza e organização são fundamentais para o apontamento desses problemas, e se os problemas são visíveis, há a possibilidade de melhoria dos mesmos (HO, 1996).

O método 5S inicia cada processo de melhoria. É considerado uma ferramenta que ajuda na análise de processos em execução no local de trabalho. O 5S é a metodologia que visa manter organizado, limpo, efetivo e com qualidade o ambiente de trabalho (PETERSON & SMITH, 2001). Seu resultado é a organização efetiva do local, a eliminação de perdas relacionadas com falhas e quebras, a melhoria da qualidade e segurança do trabalho (MICHALSKA & SZEWIECZEK, 2007).

O significado dos 'S' é explicado na tabela 2.

**Tabela 2 - O significado do 5S**

Termo em Japonês	Termo em Inglês	Tradução no Português	Comando
Seiri	Sort	Senso de Utilização	Separar os itens desnecessários do local de trabalho e descartá-los
Seiton	Systematize	Senso de Ordenação	Alocar itens necessários para que facilmente sejam usados
Seiso	Sweep	Senso de Limpeza	Manter local de trabalho limpo, sem sujeira e desordem
Seiketsu	Standardize	Senso de Saúde	Manter padrões elevados de organização e limpeza
Shitsuke	Self-discipline	Senso de Autodisciplina	Treinar e motivar as pessoas para seguir as boas práticas

**Fonte: Adaptado de Singh et al (2013) e Wakjira et al (2012)**

Se o 5S não for levado a sério, pode levar aos 5D, *Delays* (Atrasos), *Defects* (Defeitos), *Dissatisfied customers* (Clientes insatisfeitos), *Declining profits* (Lucros decrescentes) e *Demoralized employees* (Funcionários desmoralizados) (SINGH et al., 2012).

- **Pilar 1: Manutenção Autônoma**

Este pilar está orientado para o desenvolvimento dos operadores quanto cuidarem de manutenções em suas próprias máquinas, evitando sua deterioração. Desta forma o time de manutenção está livre para cuidar de reparos de nível técnico. As

atividades executadas pelos operadores envolvem limpeza, lubrificação, inspeção visual, aperto de parafusos, entre outras. A aplicação deste pilar tem como objetivo manter as máquinas em boas condições de uso (WAKJIRA et al., 2012).

- Pilar 2: Melhoria Focada

A melhoria focada inclui todas as atividades que maximizam a eficácia global dos equipamentos (OEE - *Overall Effectiveness of Equipment*) e processos, através da eliminação das perdas e melhoria de performance. O objetivo da melhoria focada é que os equipamentos funcionem bem todos os dias, como se estivessem sempre em seu melhor dia. O conceito que rege a melhoria focada é o de zero perdas, ligado ao OEE, significando o esforço contínuo para eliminar efetivamente as perdas. Quanto melhor as máquinas funcionam, mais produtiva a empresa, dessa forma, maior o sucesso no mercado (SINGH et al., 2013).

- Pilar 3: Manutenção Planejada

Este pilar visa obter máquinas e equipamentos livres de problemas por meio da melhoria da confiabilidade e manutenibilidade, bem como a satisfação total dos clientes com os produtos (SETHIA et al., 2016).

As atividades da Manutenção Planejada são normalmente conduzidas pela equipe de manutenção. A fase inicial prioriza os equipamentos e envolve a avaliação atual de manutenção em questões de desempenho e custo, dessa forma é escolhida a atividade a ser focada pelo pilar (SINGH et al., 2013).

- Pilar 4: Manutenção da Qualidade

O Pilar Manutenção da Qualidade propõe alcançar as exigências do cliente através da fabricação de qualidade livre de defeitos, focando na melhoria e identificação dos parâmetros das máquinas que afetam diretamente o produto (SETHIA et al., 2016). Isso acontece por meio do entendimento e controle dos processos de interações entre

mão de obra, materiais, máquinas e métodos que poderiam permitir os defeitos de ocorrerem. Em primeiro lugar deve-se evitar que os defeitos aconteçam, ao invés de instalar uma inspeção rigorosa no sistema a fim de detectar os defeitos após sua produção (SINGH et al., 2013). A transição do pilar vai de controle de qualidade à garantia de qualidade (SETHIA et al., 2016).

- Pilar 5: Controle Inicial

O Pilar de Controle Inicial objetiva a implantação de novos produtos e processos e minimização de tempo de desenvolvimento. É geralmente desenvolvido após a implantação dos quatro primeiros pilares, uma vez que se baseia nas lições aprendidas de outras equipes, incorporando melhorias nas próximas gerações de design de produtos e equipamentos. O pilar se divide em duas partes: Controle Inicial de Equipamentos e Controle Inicial de Produtos (SINGH et al., 2013).

O Controle Inicial de Equipamentos introduz um processo livre de perdas de defeitos, assim o tempo de inatividade do equipamento é mínimo (zero avarias), e a manutenção dos custos são acompanhadas e otimizadas (SINGH et al., 2013).

O Controle Inicial de Produtos visa encurtar o *lead time*, a partir de equipes trabalhando simultaneamente para que o *start up* possa ser adquirido com zero perda de qualidade (zero defeitos) (SINGH et al., 2013).

- Pilar 6: Educação e Treinamento

O Pilar de Educação de Treinamento objetiva o desenvolvimento de funcionários com várias qualificações, motivando-os a trabalhar e realizar todas as funções necessárias com eficiência. O treinamento acontece a partir de uma necessidade, dessa forma o funcionário será capaz de resolver um novo problema que antes não o tinha conhecimento (SETHIA et al., 2016).

Os funcionários devem ser treinados para alcançar as quatro fases de habilidades. Segundo Wakjira (2012), as fases são:

- 1- Não conhece o conceito;

- 2- Conhece a teoria, mas não consegue fazer sozinho;
- 3- Consegue fazer, mas não pode ensinar;
- 4- Consegue fazer e também ensinar. O objetivo do pilar é criar uma fábrica cheia de especialistas.

- Pilar 7: Office

O Pilar *Office* foca na melhoria da produtividade e eficiência das funções administrativas. Isto inclui uma análise de processos e procedimentos que podem ser automatizados. O *Office* atende a nove grandes perdas as quais são perda nos processos, perda nos custos, nas áreas de compra, no marketing, perda em vendas que levam a altos inventários, perda de comunicação, perda por ociosidade, avarias no material de escritório, perdas nos canais de comunicação, perdas por tempo gasto na recuperação de informações (SINGH et al., 2013).

- Pilar 8: Segurança, Saúde e Meio Ambiente

O Pilar Segurança, Saúde e Meio Ambiente foca em criar um ambiente de trabalho e área circundante que não seja prejudicada pelos processos e procedimentos. Este pilar está diretamente ligado com todos os outros pilares e desempenha um papel ativo em todos eles. As metas de segurança, saúde e meio ambiente são zero acidente, zero danos à saúde e zero incêndios (WAKJIRA et al., 2012), e para obter tais, o pilar procura eliminar as causas raiz dos incidentes ocorridos, evitando sua recorrência e proativamente reduzindo o risco de incidentes potenciais futuros ao direcionar falhas próximas aos perigos potenciais. A equipe do pilar tem como alvo três áreas: o comportamento das pessoas, as condições das máquinas e o sistema de gestão (SINGH et al., 2013).

## 2.8QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QDF)



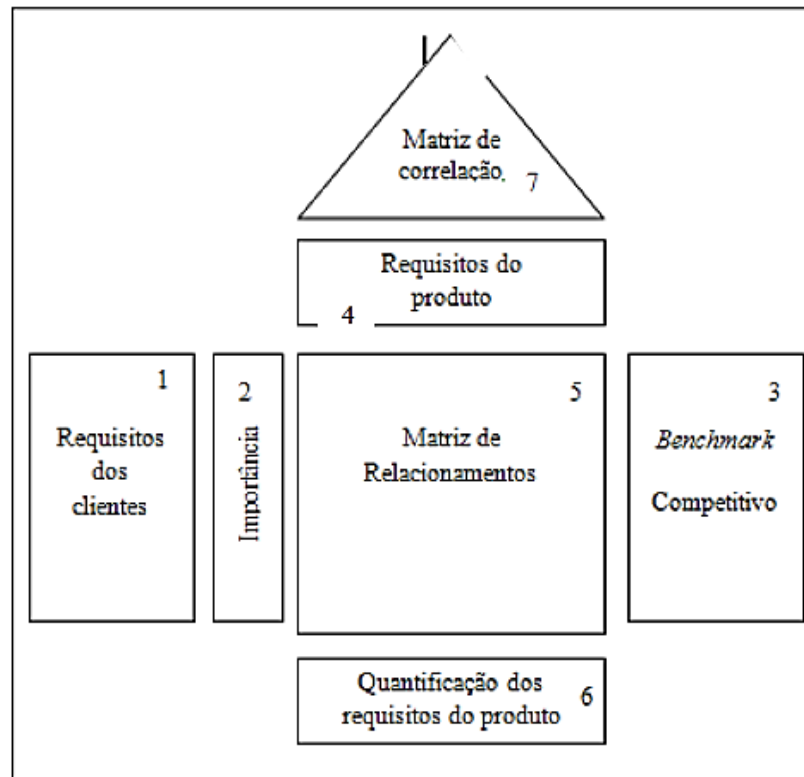
O QFD, em português, Desdobramento da Função de Qualidade, é um método de desenvolvimento de produto, dedicado a traduzir os requisitos dos clientes em atividades que desenvolvam produtos e serviços (CHAN e WU, 2005). Segundo Slack (2009), o QFD surgiu a partir da necessidade de se obter uma ferramenta que possibilitasse a garantia da qualidade do produto final, bem como a satisfação dos clientes, de acordo com seus requisitos exigidos.

O QFD é um método que consegue ouvir, traduzir e transmitir a voz do cliente para o interior da empresa. Os requisitos dos clientes são traduzidos para dentro da empresa através de desdobramentos sistemáticos, começando com a definição da voz do cliente que continua através do desenvolvimento do produto e é limitado por qualidade, matéria-prima, padrões, processos e funções, dentre outros (PINTO e FONTENELLE, 2013).

A ferramenta usada pelo QFD para mostrar à empresa como o produto é visto pelos consumidores no mercado, e quais pontos podem ser melhorados, é a Casa da Qualidade. Ela também colabora na identificação de lacunas no mercado, enxergando assim, novas oportunidades (PINTO e FONTENELLE, 2013).

A Casa da Qualidade é basicamente dividida em dois tópicos, os “O QUE’s” (WHAT’s) e os “COMO” (HOW’s). Os WHAT’s são os requisitos de design, que servem como entrada para estabelecer as características do produto, e os HOW’s servem para definir os planos de processo e o processo de fabricação desse produto. Esses dois tópicos, devido a complexas entradas e saídas de informação, são divididos em sete matrizes (GOVERS, 1996), como mostra a figura 15.

Figura 15 - A Casa da Qualidade



Fonte: Rozenfeld et al (2006)

A partir da figura 15, tem-se as sete matrizes, segundo Govers (1996):

1. Requisitos dos clientes

Ocorre a identificação e a análise dos desejos dos clientes, podendo ser subjetivos ou abstratos.

2. Importância

Os requisitos são avaliados e divididos de acordo com seu grau de importância.

3. Benchmark competitivo

É feito um benchmarking no mercado a fim de identificar possíveis concorrentes.

4. Requisitos do produto

Verifica-se os requisitos do produto conforme os propostos pelos clientes.

5. Matriz de relacionamentos

Faz-se uma comparação com os requisitos do produto traçados pela empresa, com os requisitos apontados pelos clientes.

6. Quantificação dos requisitos do produto

Ocorre uma quantificação dos requisitos do produto.

#### 7. Matriz de correlação

Faz-se uma correlação de todas as matrizes, verificando se tudo o que foi definido, confere com o que foi requerido pelo cliente.

O QFD tem se mostrado uma ferramenta eficiente na definição de produtos, porém há várias dificuldades em sua aplicação, entre elas: interpretar a voz do cliente, determinando as correlações entre a qualidade demandada e as características de qualidade (CHAN e WU, 2005), definir o projeto de qualidade devido à ambiguidade da qualidade demandada e as características de qualidade (RAMASAMY e SELLADURAI, 2004), dificuldade em trabalhar em equipes e falta de conhecimento sobre o uso do método (MARTINS e ASPINWALL, 2001).

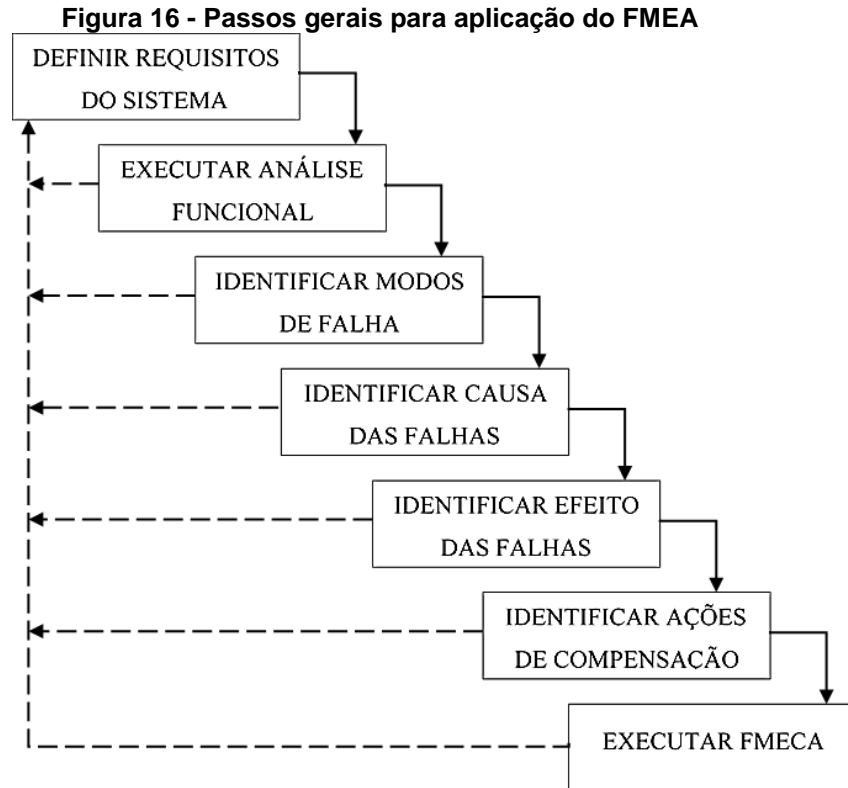
### 2.9 FAILURE MODES AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA)

O FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*) é um método sistemático utilizado na quantificação e análise de falhas de um ativo ou processo com o intuito de fornecer informações que auxiliem e justifiquem as tomadas de decisões da empresa para sanar ou reduzir as falhas e seus efeitos (BASTOS, 2006).

Segundo Viana (2002) a aplicação do FMEA tem como objetivos: identificar os possíveis modos de falhas que estão ocorrendo, conhecer os componentes dos sistemas e subsistemas que serão impactados por esses modos de falha, determinar os efeitos das falhas nos sistemas e subsistemas e traçar ações para evitar ou mitigar as falhas. O objetivo básico do FMEA é avaliar a severidade das falhas, as formas como elas podem ocorrer e como poderíamos detectar essas falhas antes de atingirem o cliente final.

A partir de Kardec e Nascif (2010) define-se o FMEA como uma sequência de passos lógicos, começando com a análise de componentes e subsistemas, determinando os modos de falhas existentes no ativo, traçando os efeitos dessa falha em cada nível do sistema. A hierarquização das falhas é a partir de critérios como a probabilidade da ocorrência da falha, o impacto causado pela falha e a detectabilidade da falha.

Para a realização do FMEA, a equipe deve discutir e preencher formulários de FMEA que guiam a equipe na sequência de passos do método, que de forma geral está representada pela figura 16.



Fonte: Adaptado de Lafraia (2001)

Segundo Stamatis (2003) e Palady (1997), os benefícios da utilização do FMEA são muitos. Com a melhoria da qualidade, confiabilidade e segurança dos produtos e serviços a empresa se torna mais competitiva, conseguindo diagnosticar as falhas com antecedência e tomar ações corretivas atingindo um maior grau de satisfação dos clientes.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Para Fonseca (2002), a metodologia é conhecer os caminhos que serão percorridos para que uma pesquisa ou estudo seja concretizado, ou seja, é metodicamente definir quais serão as ferramentas utilizadas para que se realize uma pesquisa científica.

O presente trabalho baseia-se no método indutivo, pois através da observação de um número de estudos de caso, conclui-se uma veracidade global. O método indutivo, baseado na observação de um fenômeno é possível concretizar um pressuposto explicativo para tal. Dessa forma indutiva, chega-se a resultados prováveis (GIL, 2008).

A pesquisa científica realizada neste trabalho classifica-se em quatro âmbitos: quanto sua abordagem, quanto sua natureza, quanto aos seus objetivos, e quanto aos seus procedimentos.

Quanto à abordagem, classifica-se como pesquisa qualitativa, pois está relacionada a uma observação e levantamento de dados, a fim de compreender e interpretar os estudos de caso compreendidos neste trabalho. De acordo com Goldenberg (1997), a pesquisa qualitativa procura esclarecer o porquê das coisas, através de dados não-métricos, que não são postos à prova de fatos, e que se valem de diferentes interpretações.

Quanto à natureza classifica-se como aplicada, pois realiza a geração de conhecimentos à aplicação prática a fim de solucionar problemas singulares.

Quanto aos objetivos classifica-se como descritiva, pois se trata de uma revisão sistemática, onde será descrito fatos e fenômenos da realidade dos mesmos. Segundo Gil (2008), a pesquisa descritiva tem como objetivo principal relatar as características de certa amostra ou fenômeno, através de uma técnica estandardizada de levantamento de dados.

Quanto aos procedimentos classifica-se como bibliográfica, pois é construída a partir de artigos científicos existentes. A pesquisa de caráter bibliográfico, conforme Gil (2008), se constitui exclusivamente de fontes bibliográficas.

### 3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

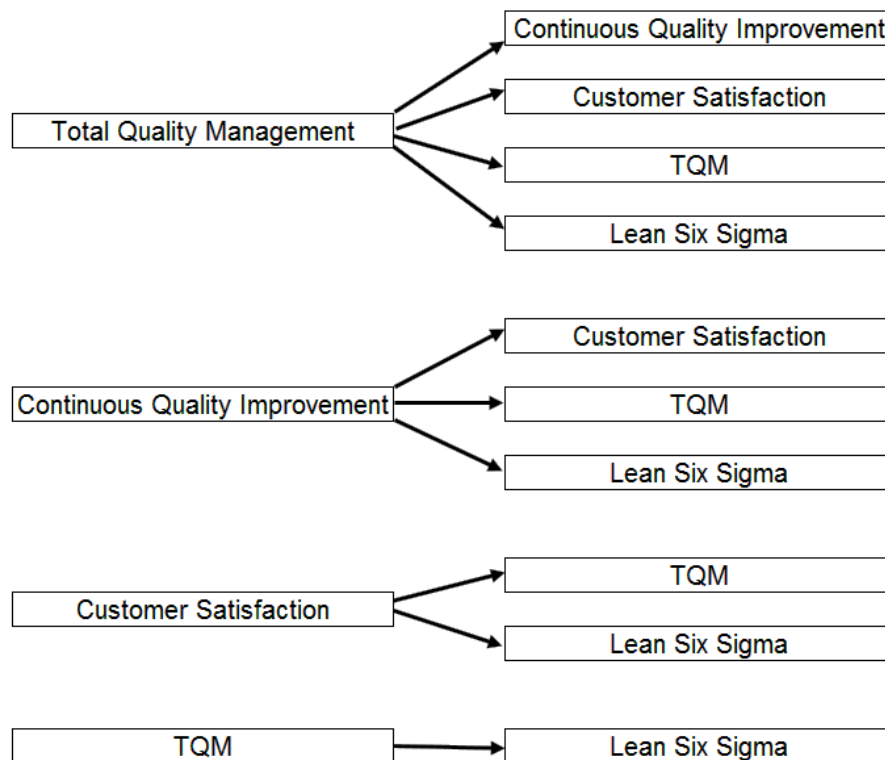
A metodologia utilizada para construção do trabalho basea-se na combinação de palavras-chaves em diversas bases de dados. Como a pesquisa trata sobre o comportamento da aplicação da ferramenta *Lean Six Sigma* nos setores industrial e no setor de serviços, de diferentes países, para os critérios de pesquisa, utilizou-se da metodologia PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* - Descrição dos Itens Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises).

A metodologia PRISMA combina palavras-chave e realiza a pesquisa em diversas bases de dados de informação científica, garantindo a não exclusão de nenhum estudo referente ao tema, esgotando-se assim, todas as possibilidades de pesquisa. Então, a partir de uma triagem exclusiva proposta pela metodologia, consegue-se restringir o número de estudos encontrados, por meio de critérios de seleção específicos e definidos para a pesquisa (LIBERATI et al., 2009).

A pesquisa foi realizada incluindo 5 bases de informação científica: Google Scholar, SciELO, ScienceDirect, Taylor & Francis, Web of Science, escolhidas por serem as mais conhecidas no meio acadêmico.

A busca nas fontes de informação científica se deu pela utilização de palavras-chave que foram combinadas entre si. As palavras-chave escolhidas para pesquisa foram: *Total Quality Management*, *Continuous Quality Improvement*, *TQM*, *Customer Satisfaction*, *Lean Six Sigma*. A figura 17 mostra os 4 conjuntos possíveis de combinações para as palavras-chave:

**Figura 17 - Combinações palavras-chave**



**Fonte: Autoria própria (2017)**

Como pode ser observado da figura 17, as palavras-chave foram combinadas dessa forma, e pesquisadas em todas as bases de informação científica acima citadas. A ordem com que as palavras-chave são pesquisadas não altera o sentido da pesquisa.

Após o levantamento dos artigos em todas as fontes anteriormente referidas, com base nos mesmos conjuntos de palavras-chave, procede-se o primeiro *screening* dos trabalhos relevantes para o estudo em questão. A seleção foi executada utilizando os seguintes passos e critérios de rejeição pela seguinte ordem:

1. Ordenação dos artigos por ordem alfabética de autor, no sentido de facilitar a remoção dos duplicados;
2. Remoção dos artigos anteriores a 2007 (com mais de 10 anos). Eventuais artigos relevantes com mais de 10 anos são obtidos a partir das referências bibliográficas dos artigos encontrados na 1ª seleção; este passo permite remover um número significativo de publicações de menor importância, diminuindo assim o tempo de pesquisa;

3. Remoção dos artigos que não fornecem a informação básica completa (Autor, Título, Ano de publicação ou Revista de origem);
4. Remoção dos artigos cujo título não evidencia uma relação com o assunto;
5. Remoção dos artigos que não estejam no idioma inglês;

Após a primeira seleção, onde são analisadas as referências básicas dos artigos (autor, título, ano de publicação), será feita a análise dos resumos:

6. Remoção dos artigos cujos objetivos declarados no resumo não coincidem com os objetivos do presente estudo;
7. Remoção dos artigos cuja metodologia é desajustada ou não se enquadra com o presente estudo;
8. Remoção dos artigos sem texto completo disponível.

O passo seguinte consiste numa análise preliminar dos artigos selecionados com textos completos e acessíveis, sendo aceitos os que cumpram os seguintes critérios de escolha:

- Artigos de estudos de caso utilizando o *Lean Six Sigma*;
- Artigos que fornecem informações sobre como *Lean Six Sigma* foi aplicado na resolução de problemas nos setores de serviço e industrial.

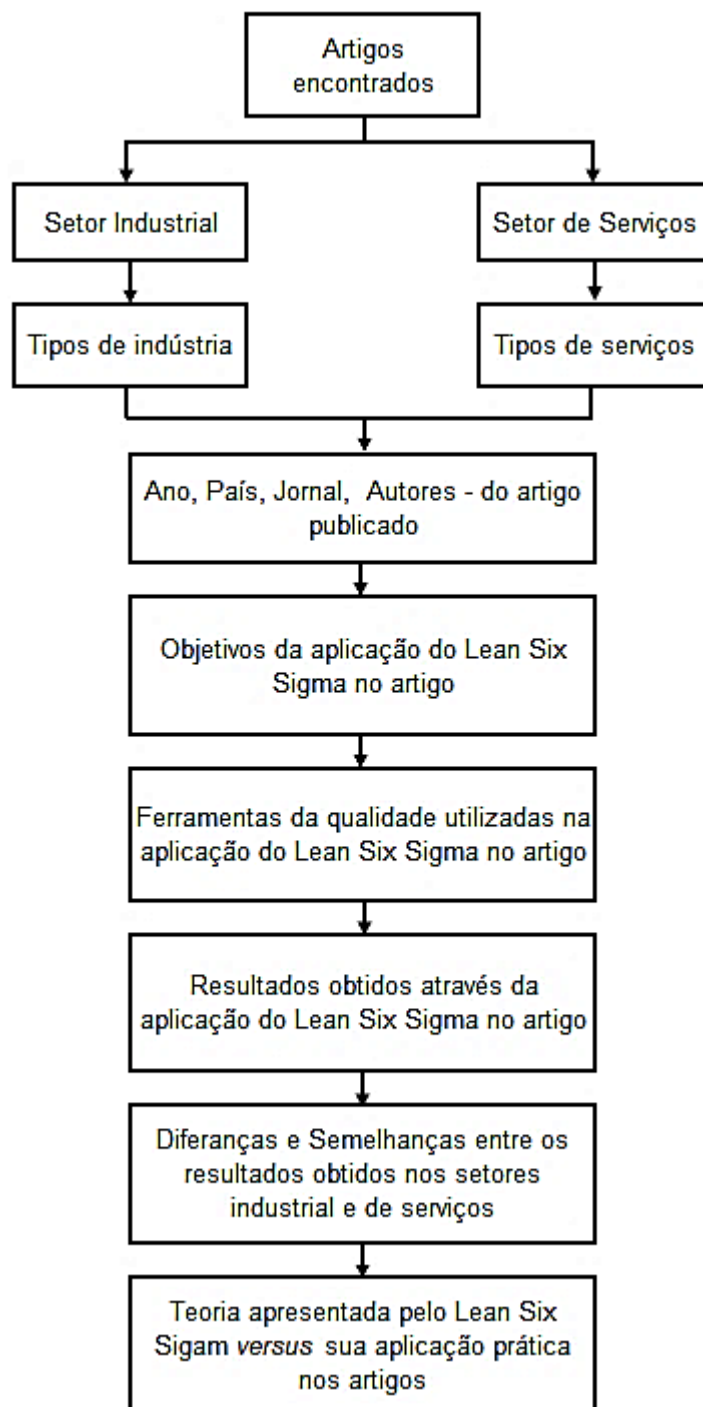
Após a obtenção da lista final de artigos selecionados, foi feita uma análise das respectivas referências bibliográficas, a fim de encontrar outros trabalhos relevantes para o tema. Por meio desta metodologia é possível conhecer os estudos mais recentes no que diz respeito ao *Lean Six Sigma* e o resultado de sua aplicação nos setores de serviço e industrial pelo mundo.

### 3.3 MÉTODO DE ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os estudos de casos escolhidos através da metodologia PRISMA foram analisados da seguinte forma, como mostra a figura 18.



Figura 18 - Método de análise dos resultados



Fonte: Autoria própria (2017)

- Separação dos estudos de caso de acordo com o setor, industrial ou de serviços;
- A análise dos setores será feita separadamente, considerando-se os seguintes itens:
  - Tipo de setor que o mesmo fora aplicado;

- Objetivo dos estudos de casos;
  - Ferramentas utilizadas na implementação do Lean Six Sigma;
  - Porcentagem de utilização das ferramentas;
  - Resultados obtidos após a prática do *Lean Six Sigma*;
  - Dificuldades encontradas com a implementação do *Lean Six Sigma*.
- Comparação entre as diferenças e semelhanças entre os dois setores.
  - Confrontar o que é dito em teoria por Furterer (2002) versus a prática da implementação do *Lean Six Sigma*.

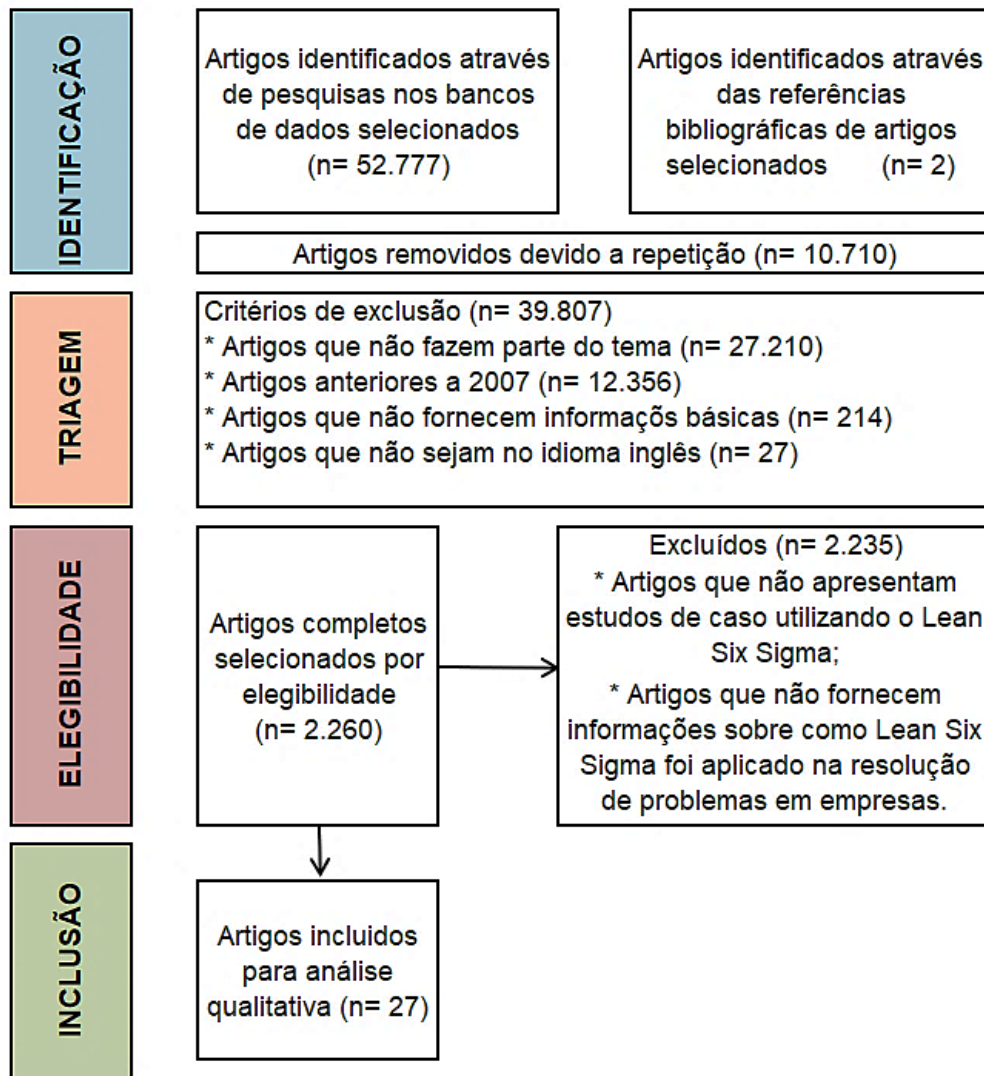
Para melhor exemplificar as análises dos resultados obtidos, o trabalho contará com gráficos, quadros e tabelas, facilitando assim o entendimento dos dados.

## 4 ANÁLISES E RESULTADOS

### 4.1 RESULTADOS DA METODOLOGIA PRISMA

Mediante a utilização da metodologia PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses - Descrição dos Itens Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises) esta pesquisa contou com um universo de 52.777 artigos, sendo 27 artigos selecionados para o estudo, conforme a figura 19.

Figura 19 - Resultados obtidos através da metodologia PRISMA



Fonte: Autoria própria (2017)

Foram eliminados, em uma primeira triagem, artigos repetidos entre as bases de dados, artigos anteriores ao ano de 2007, artigos que não fazem parte do tema, artigos que não disponibilizavam informações básicas como, o nome dos autores e a data de publicação, e artigos que não estivessem no idioma inglês.

Após esta triagem, restaram 2260 artigos como possíveis candidatos ao estudo. Aplicou-se então os critérios de inclusão. Estes buscavam artigos que apresentassem estudos de caso utilizando a metodologia *Lean Six Sigma*, e também que forneciam informações de como o *Lean Six Sigma* havia sido aplicado na resolução de problemas das organizações, mostrando seus resultados. Após esta etapa, 2235 artigos foram eliminados, restando 25 estudos de casos condizentes com os critérios de inclusão e objetivos do presente trabalho.

Após a obtenção dos 25 artigos selecionados, uma análise das respectivas referências bibliográficas foi executada nestes 25 artigos, a fim de encontrar outros possíveis estudos de casos relevantes para o tema. Nesta análise, buscou-se os artigos descritos nas referências bibliográficas dos artigos já selecionados, e à partir da leitura de seus resumos, avaliar se estes seriam pertinentes ao trabalho. Esta análise resultou em mais 2 artigos adequados ao trabalho em questão.

A junção dos 25 artigos selecionados através dos critérios de exclusão e inclusão, mais os 2 artigos encontrados entre as referências bibliográficas dos já selecionados, resultou em um total de 27 artigos apropriados com o propósito do trabalho.

Os 27 artigos selecionados para análise tratam exclusivamente do uso da metodologia *Lean Six Sigma*, através de estudos de casos em empresas dos setores de serviço e industrial, pelo mundo. O quadro 4 abaixo mostra, de forma resumida, o ano de publicação, o país o qual o estudo fora aplicado, o jornal de publicação, os autores e os setores de aplicação, divididos em serviços e industrial.

**Quadro 4- Principais características dos artigos selecionados**

Ano	País	Jornal	Autor	Setor
2007	Índia	Production Planning and Control	Kumar M., Antony J., Singh R., Tiwari M., Perry D.	Industrial
2008	Inglaterra	Journal of Manufacturing Technology Management	Thomas A., Barton R., Chuke-Okafor C.	Industrial
2010	Inglaterra	International Journal of Productivity and	Antony A., et al.	Serviços

		Performance Management		
2010	Portugal	Journal of Manufacturing Technology Management	Delgado C., Ferreira M., Branco M.	Serviços
2011	Índia	Production Planning and Control	Vinodh S., Gautham S., Ramiya A.	Industrial
2011	Índia	International Journal of Lean Six Sigma	Ray S., John B.	Serviços
2012	Jordânia	Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering	Mandahawi N., Fouad R., Obeidat S.	Industrial
2012	Tailândia	Total Quality Management and Business Excellence	Cheng C., Chang P.	Serviços
2012	Inglaterra	International Journal of Productivity and Performance Management	Krishan J., et al.	Serviços
2012	Itália	Leadership in Health Services	Chiarini A.	Serviços
2013	EUA	International Journal of Lean Six Sigma	Franchetti M., Barnala P.	Industrial
2013	EUA	International Journal of Pediatrics and Adolescence Medicine	Lighter D.	Serviços
2013	Irlanda	Leadership in Health Services	Laureani A., Brady M., Antony J.	Serviços
2013	Itália	Public Money and Management	Chiarini A., Bracci E.	Serviços
2014	Suécia	Industrial Management and Data Systems	Andersson R., Hilletoft P., Manfredsson P., Hilmola O.	Industrial
2014	EUA	Quality Engineering	Anderson N., Kovach J.	Serviços
2015	Indonésia	Industrial Engineering and Service Science	Indrawati S., Ridwansyah M.	Industrial
2015	Portugal	International Journal of Management Science and Engineering Mngt	Cabrita M., Domingues J., Requeijo J.	Industrial
2015	Brasil	Procedia Computer Science	Filardi F., Berti D., Moreno V.	Industrial
2015	EUA	Cardiovascular Revascularization Medicine	Agarwal S., Gallo J., Parashar A., Agarwal K., Ellis S., Khot U., Spooner R., Tuzcu E., Kapadia S.	Serviços
2015	EUA	Journal of Facilities Management	Isa M., Usmen M.	Serviços
2016	Omã	Production Planning and Control	Garza-Reyes J., Al-Balushi M., Antony J., Kumar V.	Industrial
2016	Austrália	International Journal of Lean Six Sigma	Leopoldo Gutierrez-Gutierrez Sander	Serviços
2016	Brasil	Perioperative Care and Operating Room Management	Ramos P., Bonfá E., Goulart P., Medeiros M., Cruz N., Puceh-Leão P., Feiner B.	Serviços
2016	Índia	Production Planning and Control	Vijaya Sunder M.	Serviços

2017	EUA	Journal of Pediatric Surgery	Tagge E., Lenart J., Thirumoorthi A., Garberoglio C., Mitchell K.	Serviços
2017	Brasil	Quality Engineering	Leite D., Montesco R., Sakuraba C.	Serviços

**Fonte: Autoria própria (2017)**

Verifica-se no quadro 4 que no jornal *Production Planning and Control*, foram encontrados a maior quantidade de artigos relacionados com o tema do trabalho, 4 artigos, seguido do *International Journal of Lean Six Sigma*, com 3 artigos sobre o tema do trabalho. O país que mais se destacou na aplicação do *Lean Six Sigma*, de acordo com o levantamento de artigos, foi os Estados Unidos da America, totalizando 6 artigos, seguido da Índia, com 4 artigos. No setor industrial, foram analisados 11 artigos sobre o assunto do trabalho, e no setor de serviços foram analisados 16 artigos.

#### 4.2 ANÁLISE DO LEAN SIX SIGMA NO SETOR INDUSTRIAL

O *Lean Six Sigma* (LSS), uma metodologia que surgiu para melhorar a produção e a qualidade da fábrica, tem ganhado cada vez mais popularidade no setor industrial. A abordagem, que visa ajudar as empresas a criar operações de fabricação mais simples e aumentar a qualidade do produto, entregou melhorias significativas e economia de custos em empresas tão diversas quanto a General Electric Co., Dell Inc., Xerox Corp. , e Johnson & Johnson (GARRAIA et al., 2008).

De acordo com os artigos selecionados para este trabalho, os onze artigos relacionados com o setor industrial se encontram no quadro 5 abaixo, bem como o tipo de indústria o qual foi utilizado a metodologia *Lean Six Sigma*.

**Quadro 5 - Aplicação do Lean Six Sigma no setor industrial**

País	Tipo de indústria
Inglaterra	Assentos automobilísticos e aeroespaciais
Suécia	Equipamentos de telecomunicação
Inglaterra	Estruturas aeroespaciais
Índia	Fundição de peças para maquinário
Omã	Minério de ferro
Indonésia	Minério de ferro
Jordânia	Papel
Portugal	Parafusos

Índia	Partes automobilísticas
Brasil	Petróleo
Estados Unidos	Reciclagem

Fonte: Autoria própria (2017)

Nota-se que a metodologia *Lean Six Sigma* pode ser aplicada em qualquer segmento industrial. Sendo que, dentre os artigos selecionados, o setor de minério de ferro, destacou-se pois apresentou dois estudos de caso em diferentes países.

Um resumo dos objetivos da implementação do *Lean Six Sigma* nos artigos analisados são mostrados no quadro 6.

**Quadro 6- Objetivo da aplicação do Lean Six Sigma no setor industrial**

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Tipo de indústria</b>	<b>Objetivo da aplicação do Lean Six Sigma no artigo estudado</b>
Thomas A., Barton R., Chuke-Okafor C.	2008	Assentos automobilísticos e aeroespaciais	O objetivo deste trabalho foi desenvolver e implementar um modelo integrado de seis sigma (LSS) para a indústria de fabricação.
Andersson R., Hilletoft P., Manfredsson P., Hilmola O.	2014	Equipamentos de telecomunicação	Melhorar a flexibilidade, robustez e agilidade de uma empresa de equipamentos de telecomunicação.
Thomas A., Francis M., Fisher R., Byard P.	2016	Estruturas aeroespaciais	Alcançar uma maior eficiência de produção, ao mesmo tempo que assegura a redução de variação e as questões críticas são erradicadas do processo de produção.
Kumar M., Antony J., Singh R., Tiwari M., Perry D.	2007	Fundição de peças	Reduzir o defeito ocorrido no produto final (acessórios para automóveis) fabricado por um processo de fundição.
Garza-Reyes J., Al-Balushi M., Antony J., Kumar V.	2016	Minério de ferro	O quadro LSS proposto foi testado em uma única unidade de negócios de um produtor de minério de ferro e focado em abordar um problema específico (reduzir o tempo de carregamento dos navios).
Indrawati S., Ridwansyah M.	2015	Minério de ferro	Melhorar a capacidade do processo de fabricação.
Mandahawi N., Fouad R., Obeidat S.	2012	Papel	Aplicação do Lean Six Sigma a fim de otimizar o processo produtivo, aumentar a produtividade e melhorar o desempenho das máquinas de corte e impressão
Cabrita M., Domingues J., Requeijo J.	2015	Parafusos	Aplicação do Lean Six Sigma para a redução dos custos de produção
Vinodh S., Gautham S., Ramiya A.	2011	Partes automobilísticas	O objetivo da pesquisa foi implementar o Lean Six Sigma e acompanhar seus resultados.
			O objetivo da pesquisa foi analisar os resultados

Filardi F., Berti D., Moreno V.	2015	Petróleo	do processo de implementação Lean Sigma no setor de tecnologia da informação, como uma ferramenta para melhorar o processo de alocação de custos e tempo em uma grande empresa da indústria do petróleo no Brasil, sob a perspectiva interna dos funcionários.
Franchetti M., Barnala P.	2015	Reciclagem	Os objetivos do projeto foram melhorar os processos e aumentar a capacidade através da implementação da ferramenta Lean Six Sigma.

Fonte: Autoria própria (2017)

Nota-se que os principais objetivos resumem-se em aumentar a capacidade de produção, melhorando a produtividade e conseqüentemente reduzindo custos. Apenas dois estudos de caso distinguiram-se dos demais quanto aos objetivos, não aplicando a metodologia no processo produtivo em si, mas em outros departamentos da empresa. Estas foram, a indústria de minério de ferro, em Omã, a qual utilizou a metodologia *Lean Six Sigma* para melhorar o carregamento de seus navios com o minério de ferro, e a indústria petroleira, no Brasil, a qual aplicou a metodologia no setor administrativo da empresa, buscando melhorar o relacionamento interno dos funcionários.

O *Lean Six Sigma* permite a utilização de diversas ferramentas da qualidade em sua implementação. Nos artigos selecionados do setor industrial, as principais ferramentas utilizadas dentro da metodologia *Lean Six Sigma*, está disposta na tabela 3 abaixo.

Tabela 3- Objetivo da aplicação do Lean Six Sigma no setor industrial

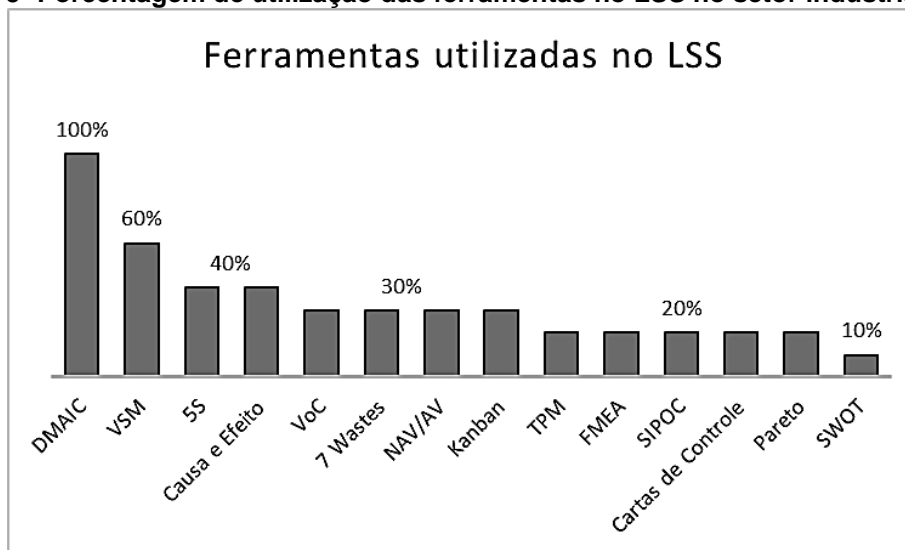
Tipo de Industria	Principais ferramentas utilizadas													
	DMAIC	VSM	5S	Causa e Efeito	TPM	FMEA	SIPOC	VoC	SWOT	7 Wastes	NAV/AV	Kanban	Cartas de Controle	Pareto
Assentos automobilísticos e aeroespaciais	✓	✓	✓	✓	✓									
Equipamentos de telecomunicação	✓						✓	✓	✓					
Estruturas aeroespaciais	✓	✓									✓	✓	✓	
Fundição de peças para maquinário	✓	✓	✓		✓									
Minério de ferro	✓	✓		✓			✓	✓						
Minério de ferro	✓					✓				✓	✓			
Papel	✓		✓							✓				
Parafusos	✓	✓				✓		✓				✓		
Partes automobilísticas	✓	✓	✓	✓								✓		
Petróleo	✓													✓
Reciclagem	✓			✓						✓	✓		✓	✓

Fonte: Autoria própria (2017)



Observa-se um padrão de ferramentas sendo utilizado nos estudos de caso, como mostra o gráfico 5, a porcentagem da utilização destas ferramentas.

**Gráfico 5- Porcentagem de utilização das ferramentas no LSS no setor industrial**



Fonte: Autoria própria (2017)

Modelos tradicionais e aplicações do *Lean Six Sigma* seguem predominantemente um foco em Seis Sigma, utilizando-se da ferramenta DMAIC para o desenvolvimento do estudo. Como esperado, todos os estudos de caso analisados neste trabalho mostram o uso sistemático do ciclo DMAIC.

Observou-se que as ferramentas utilizadas dentro das etapas da ferramenta DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), distribuíram-se da seguinte forma:

*Define:* VoC, SIPOC, SWOT.

*Measure:* VSM, 7 Wastes, NAV/AV.

*Analyze:* Causa e Efeito, FMEA, Pareto.

*Improve:* Kanban, 5S.

*Control:* Cartas de Controle.

Os principais resultados obtidos da aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*, bem como as ferramentas acima citadas, é mostrado no quadro 7.

**Quadro 7- Resultados do Lean Six Sigma no setor industrial**

Autor	Ano	Tipo de indústria	Resultados obtidos com a aplicação do Lean Six Sigma nos artigos estudados
-------	-----	-------------------	--

Thomas A., Barton R., Chuke-Okafor C.	2014	Assentos automobilísticos e aeroespaciais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i> – Eficiência Geral do Equipamento) da fábrica passou de 34% para 55%;</li> <li>• Redução do tempo de inatividade do equipamento de 5% para 2%;</li> <li>• Redução da taxa de rejeição na linha piloto de 55%, indicando uma economia potencial ao longo do ano de £29.000;</li> <li>• Um aumento de 31% em partes produzidas por hora (pph) do sistema de produção;</li> <li>• Redução do uso de energia de 12% ao ano.</li> </ul>
Andersson R., Hilletoft P., Manfredsson P., Hilmola O.	2014	Equipamentos de telecomunicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O total de economias por ano excedeu £1.000.000;</li> <li>• Redução contínua da parada não planejada;</li> <li>• Redução do custo de produção;</li> <li>• Redução do número de acidentes na produção;</li> <li>• Redução do <i>lead time</i> e tempo de espera;</li> <li>• Ambiente mais agradável e saudável de se trabalhar.</li> </ul>
Thomas A., Francis M., Fisher R., Byard P.	2016	Estruturas aeroespaciais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução do tempo de produção em 20.5%;</li> <li>• Redução de VA (Atividades que agregam valor) em 5%;</li> <li>• Redução de NAV (Atividades que não agregam valor) em 44.5%;</li> <li>• OTIF (Entrega no prazo e completa) aumento de 26%;</li> <li>• Redução do custo por aeronave em £45.000;</li> <li>• Economia total anual em £2,8 milhões.</li> </ul>
Kumar M., Antony J., Singh R., Tiwari M., Perry D.	2013	Fundição de peças para maquinário	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Economias com redução de defeitos em US\$46.500 por ano;</li> <li>• A diminuição do tempo de inatividade da máquina de 1% a 6% ajudou a aumentar o OPE (<i>Overall Plant Effectiveness</i> – Eficiência Geral da Planta) e o OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i> – Eficiência Geral do Equipamento). Isso resultou em economia estimada de mais de US\$40.000 por ano;</li> <li>• O inventário do processo de produção reduziu em mais de 25% e resultou em economia estimada em mais de US\$ 33.000 por ano;</li> <li>• O 5S ajudou a reduzir significativamente o número de acidentes no local de trabalho. Isso reduziu o montante da compensação que a administração precisava pagar aos funcionários feridos (cerca de US\$20.000 em média por ano).</li> </ul>
Garza-Reyes J., Al-Balushi M., Antony J., Kumar V.	2016	Minério de ferro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de 30% na capacidade do processo;</li> <li>• Redução em mais de 30% no tempo de carregamento do navio;</li> <li>• Economias de US\$300.000 por ano em termos de taxas de demora;</li> <li>• Clientes mais satisfeitos com o tempo de carregamento.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• O estudo encontrou alguns pontos de precisam ser melhorados, NVA (Atividades que não</li> </ul>

Indrawati S., Ridwansyah M.	2015	Minério de ferro	<p>agregam valor) em 33,7%, Eficiência da produção em 52%, capacidade do processo em 2,96 sigma;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O programa de melhoria proposto foi desenvolvido para superar os problemas que consistem em redesenhar o coletor de poeira de calha, procedimentos de pesagem padrão, instalação de BC 05, instalação de vibrômetro e instalação de planta de nitrogênio.</li> </ul>
Mandahawi N., Fouad R., Obeidat S.	2012	Papel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento do OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i> – Eficiência Geral do Equipamento) na impressão em 21.6%;</li> <li>• Aumento do OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i> – Eficiência Geral do Equipamento) no corte em 48.4%;</li> </ul>
Cabrita M., Domingues J., Requeijo J.	2015	Parafusos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de 50% no nível médio de estoque entre as duas estações de trabalho;</li> <li>• Aumento de 10% no nível de disponibilidade da máquina de estampagem, eliminando a possibilidade de falta de material;</li> <li>• Este aumento de disponibilidade da máquina resultou em uma melhora na capacidade de produção por hora de 15%;</li> <li>• Redução dos custos de produção.</li> </ul>
Vinodh S., Gautham S., Ramiya A.	2011	Partes automobilísticas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de 50% em defeitos por unidade (dpu);</li> <li>• Aumento do OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i> – Eficiência Geral do Equipamento) em 17.6%;</li> <li>• Redução de 25% do tempo de <i>check out</i>;</li> <li>• Redução de 18.5% no <i>lead time</i> de produção;</li> <li>• Aumento do FTR (<i>First Time Right</i> – Certo da primeira vez), de 98.2% para 99%, possibilitou uma economia de 28.000 válvulas por mês de serem rejeitadas.</li> </ul>
Filardi F., Berti D., Moreno V.	2015	Petróleo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhora significativa dos indicadores de alocação de custo e tempo;</li> <li>• Melhora não sigificativa dos indicadores de eficiência, eficácia e satisfação;</li> </ul>
Franchetti M., Barnala P.	2015	Reciclagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A redução de NAV (Atividades que não agregam valor) permitiu que a produtividade aumentasse 7.3% por fardos de papel, 12.8% por fardos misturados e 1.6% por fardos de metal ondulado;</li> <li>• Aumento da eficiência produtiva entre 7-12%;</li> <li>• Economias de mais de US\$65.000 por ano.</li> </ul>

**Fonte: Autoria própria (2017)**

Nota-se um ganho padrão nos resultados obtidos dos estudos de casos. Em todos eles foi encontrado redução dos custos, e aumento na produtividade do processo de produção, ou no setor envolvido em questão. A redução em custos que ganhou maior destaque foi no setor de Estruturas Aeroespaciais, com uma economia total anual de 2,8 milhões de euros, seguida do setor de Equipamentos de Telecomunicação, com

uma economia total anual de 1 milhão de euros. Atividades NAV e AV também obtiveram resultados significativos e que ajudaram no processo de melhora da produtividade, bem como indicadores como o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*).

Não foram todos os artigos que relataram as dificuldades encontradas na implementação do *Lean Six Sigma*, porém nos que apresentaram, foram estas:

- Mudança de cultura na organização;
- Resistência da alta gerência e toda a equipe ao implementar um novo pensamento apresentado pelo *Lean Six Sigma*, seguindo uma linha de raciocínio baseado em fatos, através das ferramentas utilizadas na metodologia, e não apenas através de intuições;
- Os participantes não priorizaram ou não se engajaram com a implementação;
- Eventos externos interferiram no engajamento do time para com a implementação;
- Falta de conhecimento ou treinamento dos funcionários com a metodologia *Lean Six Sigma* e suas ferramentas;
- Manter o foco da metodologia *Lean Six Sigma*, após sua implementação e resultados obtidos.

A aplicação de qualquer metodologia ou ferramenta gera dificuldades e implicações, pois envolve muitas vezes a mudança de uma cultura. Tal fato pôde ser constatado dentre as dificuldades encontradas nos artigos.

É importante frisar que em qualquer estudo, a apresentação das dificuldades encontradas pode ajudar com as aplicações futuras do mesmo.

#### 4.3 ANÁLISE DO LEAN SIX SIGMA NO SETOR DE SERVIÇOS

*Lean thinking* e *Six Sigma* são duas abordagens de inovação de processo que são extremamente populares nas indústrias de manufatura. As organizações de saúde começaram a aceitar os conceitos de *Lean Six Sigma* depois que estes foram totalmente desenvolvidos e testados no setor de manufatura por grandes corporações como Motorola, Toyota e General Electric (SHIKHAR *et al.*, 2015).

Dentre as ferramentas podem ser usadas em configurações não-industriais, incluindo: desenvolvimento de software, indústrias de serviços, como centros de atendimento ao cliente, educação, funções administrativas, como o setor financeiro e processamento de pedidos, aquisição de materiais e novos desenvolvimento de produto(BOSSERT&GRAYSON, 2002).

De acordo com os artigos selecionados para este trabalho, os dezesseis artigos relacionados com o setor de serviços encontram-se no quadro 8 abaixo, bem como o tipo de serviço o qual foi utilizado a metodologia *Lean Six Sigma*.

**Quadro 8- Aplicação do Lean Six Sigma no setor de Serviços**

<b>País</b>	<b>Tipo de serviço</b>
Inglaterra	Central de Atendimento
Estados Unidos	Construção
Estados Unidos	Construção
Brasil	Distribuidor de gás GLP
Inglaterra	Educacional
Portugal	Financeiro
Índia	Financeiro
Austrália	Logístico
Tailândia	ONG - Organização Não Governamental
Brasil	Saúde
Estados Unidos	Saúde
Estados Unidos	Saúde
Itália	Saúde
Itália	Saúde
Irlanda	Saúde
Índia	Terceirização

**Fonte: Autoria própria (2017)**

Dentre os artigos selecionados, o setor de saúde destacou-se, apresentando seis estudos de casos, sendo dois nos Estados Unidos e dois na Itália, um no Brasil e um na Irlanda. Os setores de construção e financeiro são seguidos de dois estudos de casos cada, em diferentes países. E por fim, setores de central de atendimento, educação, distribuição, telecomunicações e terceirização ganham espaço no trabalho, contendo um estudo de caso cada.

Um resumo dos objetivos da implementação do *Lean Six Sigma* nos artigos analisados são mostrados no quadro 9.

**Quadro 9- Objetivo da aplicação do Lean Six Sigma no setor de serviços**

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Tipo de serviço</b>	<b>Objetivo da aplicação do Lean Six Sigma no artigo estudado</b>
--------------	------------	------------------------	---

Laureani A., Antony J., Douglas A.	2009	Central de Atendimento	O objetivo deste trabalho foi demonstrar o poder do <i>lean six sigmas</i> sobre o desempenho em uma central de atendimento.
Anderson N., Kovach J.	2014	Construção	Este estudo de caso descreveu como uma empresa de construção especializada usou a metodologia <i>Lean Six Sigma</i> para reduzir os defeitos de soldagem em projetos de <i>turnaround</i> .
Isa M., Usmen M.	2015	Construção	O objetivo deste trabalho foi apresentar um estudo de caso sobre o uso de princípios e ferramentas <i>Lean Six Sigma</i> para estudar a melhoria nos serviços de design e construção em uma universidade. A qualidade de serviços de instalações em universidades tem sido criticado por usuários que pedem melhorias.
Leite D., Montesco R., Sakuraba C.	2017	Distribuidor de gás GLP	Neste trabalho, um projeto <i>Lean Six Sigma</i> foi implementado usando DMAIC em uma empresa de distribuição de cilindros gás GLP para reduzir o tempo de carregamento do caminhão para entregas, aumentando o lucro líquido da empresa.
Antony J., Krishan N., Cullen D., Kumar M.	2012	Educacional	O objetivo deste trabalho foi avaliar criticamente se o <i>Lean Six Sigma</i> (LSS) poderia ser uma poderosa metodologia de melhoria na eficiência e eficácia das instituições de ensino superior.
Delgado C., Ferreira M., Branco M.	2010	Financeiro	Este artigo apresentou resultados de um estudo de caso de uma organização de serviços financeiros que iniciou a implementação de metodologias LSS há dez anos, na busca da excelência no serviço.
Vijaya Sunder M.	2016	Financeiro	O objetivo deste trabalho foi destacar a importância do LSS no setor bancário através de um estudo de melhoria de processo em tempo real.
Leopoldo Gutierrez-Gutierrez Sander	2016	Logístico	Este artigo analisou a aplicação da estrutura <i>Lean Six Sigma</i> , apoiando a melhoria contínua nos serviços de logística.
Cheng C., Chang P.	2012	ONG – Organização Não Governamental	No estudo de caso aqui apresentado, as ferramentas e princípios do <i>Lean Six Sigma</i> foram utilizados para aumentar a eficiência do gerenciamento de recursos em serviços dispositivos para deficientes físicos.
Ramos P., Bonfá E.,			Neste estudo, o objetivo é analisar o impacto de um projeto de melhoria

Goulart P., Medeiros M., Cruz N., Puceh-Leão P., Feiner B.	2016	Saúde	de processos em um grande hospital público universitário, buscando reduzir os atrasos na primeira cirurgia do dia.
Agarwal S., Gallo J., Parashar A., Agarwal K., Ellis S., Khot U., Spooner R., Tuzcu E., Kapadia S.	2015	Saúde	Estudar o impacto da implementação do <i>Lean Six Sigma</i> para melhorar a eficiência e a estadia do paciente em um laboratório de cateterismo.
Tagge E., Lenart J., Thirumoorthi A., Garberoglio C., Mitchell K.	2017	Saúde	Determinar se a aplicação do LSS pode melhorar a eficiência, quando aplicado simultaneamente a todos os serviços de um hospital acadêmico infantil.
Chiarini A., Bracci E.	2013	Saúde	Analisar maneiras de se usar o <i>Lean Six Sigma</i> no setor de saúde, na Itália.
Chiarini A.	2015	Saúde	Este artigo procurou entender se algumas ferramentas <i>Lean Six Sigma</i> eram úteis para reduzir os riscos de segurança e saúde para enfermeiros e médicos que administravam drogas contra o câncer. Um objetivo adicional foi analisar as melhorias econômicas alcançadas por meio do <i>Lean Six Sigma</i> .
Laureani A., Brady M., Antony J.	2013	Saúde	Este artigo examinou vários projetos <i>Lean Six Sigma</i> realizados em um hospital irlandês.
Ray S., John B.	2011	Terceirização	Este artigo apresentou uma aplicação da metodologia <i>Lean Six Sigma</i> para redução de tempo de ciclo em empresas de terceirização de serviços.

Fonte: Autoria própria (2017)

Nota-se que os principais objetivos resumem-se em entender o comportamento do *Lean Six Sigma* nos respectivos setores analisados. O setor de saúde, com seis estudos de casos, apresenta diferentes objetivos quanto à implementação do *Lean Six Sigma*, são estes: redução dos atrasos na primeira cirurgia do dia, melhora na eficiência e estadia do paciente, redução dos riscos de segurança e saúde para enfermeiros, e a análise da aplicação da metodologia como um todo. O setor financeiro, com dois estudos de casos, apresentam similaridade em suas aplicações, ambos procuram melhora no processo e eficiência. Já o setor de construção, também com dois estudos de casos, apresenta diferenças em suas aplicações, o primeiro foca em resolver um

problema específico, redução dos defeitos de soldagem, o segundo procura melhorar seus serviços de design e construção.

O *Lean Six Sigma* permite a utilização de diversas ferramentas da qualidade em sua implementação, nos artigos selecionados do setor de serviços, as principais ferramentas utilizadas dentro da metodologia *Lean Six Sigma*, está disposta na tabela4 abaixo.

**Tabela 4- Principais ferramentas utilizadas no setor de serviços**

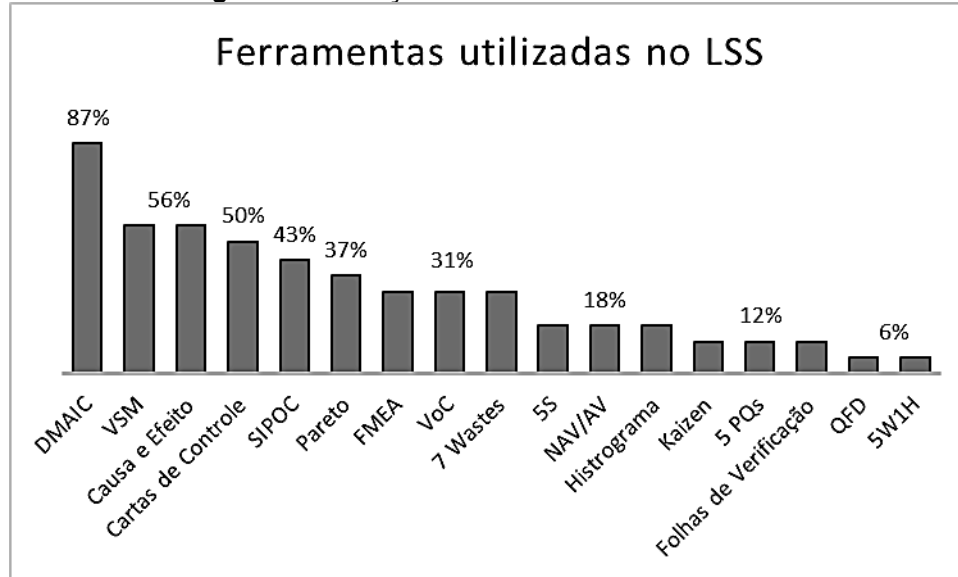
Tipo de serviço	Principais ferramentas utilizadas no setor de serviços																
	DMAIC	VSM	5S	Causa e Efeito	FMEA	SIPOC	VoC	7 Wastes	NAVIA V	Kaizen	Pareto	Histograma	Cartas de Controle	QFD	5W1H	5 PQs	Folhas de Verificação
Central de Atendimento	✓					✓		✓					✓				
Construção	✓			✓	✓	✓						✓	✓				✓
Construção	✓			✓	✓		✓										
Distribuidor de gás GLP	✓			✓		✓						✓	✓		✓		
Educacional		✓	✓	✓		✓				✓	✓						
Financeiro	✓	✓			✓		✓								✓		
Financeiro	✓			✓				✓					✓				
Logístico	✓	✓				✓	✓										
ONG - Organização Não Governamental	✓		✓	✓		✓	✓		✓								
Saúde	✓	✓															✓
Saúde		✓						✓		✓			✓				
Saúde	✓			✓		✓			✓		✓	✓					
Saúde	✓	✓			✓				✓				✓				
Saúde	✓	✓		✓	✓		✓	✓			✓					✓	
Saúde	✓	✓	✓	✓				✓					✓				✓
Terceirização	✓	✓											✓				

**Fonte: Autoria própria (2017)**

Observa-se um padrão de ferramentas sendo utilizado nos estudos de caso, como mostra o gráfico 6, a porcentagem da utilização destas ferramentas.



Gráfico 6- Porcentagem de utilização das ferramentas no LSS no setor de serviços



Fonte: Autoria própria (2017)

O Ciclo DMAIC, no setor de serviços, não esteve presente em todos os estudos de casos. O setor educacional, por exemplo, teve seu foco na metodologia *lean*, de melhoria contínua, utilizando ferramentas para melhor identificar causas que poderiam afetar seu processo, e então buscar melhorá-las continuamente. Bem como o setor de saúde, o qual demonstrou preocupação com a satisfação de seu cliente, buscando a melhora contínua na qualidade do serviço prestado.

Dentre os setores que utilizaram o ciclo DMAIC, as ferramentas distribuídas em suas etapas, distribuíram-se da seguinte forma:

Define: VoC, SIPOC, SWOT.

Measure: VSM, 7 Wastes, NAV/AV.

Analyze: Causa e Efeito, FMEA, Pareto, Histograma, 5PQs, 5W1H, QFD.

Improve: 5S, Folhas de Verificação.

Control: Cartas de Controle, Kaizen.

Os principais resultados obtidos da aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*, bem como as ferramentas acima citadas, é mostrado no quadro 10.

Quadro 10- Resultados do Lean Six Sigma no setor de serviços

Autor	Ano	Tipo de serviço	Resultados obtidos com a aplicação do Lean Six Sigma nos artigos estudados
			<ul style="list-style-type: none"> <li>Melhor utilização dos recursos, eliminando operações desnecessárias;</li> </ul>

Laureani A., Antony J., Douglas A.	2009	Central de Atendimento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução dos custos operacionais, em média US\$200.000 por ano;</li> <li>• Melhora no atendimento ao cliente, as ações de melhoria reduziram a porcentagem de primeiras ligações não resolvidas de 11,82% para 8,45%.</li> </ul>
Anderson N., Kovach J.	2014	Construção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de mais de 25% na taxa de reparos de soldagem;</li> <li>• Economia em mais de US\$90.000 ao ano;</li> <li>• Funcionários mais preparados e motivados para a função.</li> </ul>
Isa M., Usmen M.	2015	Construção	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A eliminação e atividades que não agregavam valor, possibilitaram um aumento na eficiência e eficácia operacional.</li> </ul>
Leite D., Montesco R., Sakuraba C.	2017	Distribuidor de gás GLP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganhos de aproximadamente R\$67.000 anual, para um investimento de R\$350.00 em um projeto de cinco meses;</li> <li>• Melhora no controle do processo, redução do tempo de carregamento de 90 minutos, para 55 minutos;</li> <li>• Redução dos conflitos entre os funcionários;</li> <li>• Melhora no atendimento ao cliente.</li> </ul>
Antony J., Krishan N., Cullen D., Kumar M.	2012	Educacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O Lean Six Sigma têm um papel importante a desempenhar nos processos universitários para melhorar sua eficiência e eficácia. Porém para que a ferramenta funcione, toda a gestão deve tomar devida atenção e cuidado para que todas as áreas estejam engajadas à melhoria, possibilitando que a organização prospere.</li> </ul>
Delgado C., Ferreira M., Branco M.	2010	Financeiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhora na produtividade, resultante da melhoria nos processos;</li> <li>• Aumento da satisfação dos cliente, resultando em um aumento da receita;</li> <li>• Redução dos custos operacionais em consequência da melhora na eficiência.</li> </ul>
Vijaya Sunder M.	2016	Financeiro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As economias do projeto foram documentadas em 1,6 milhões de INR, cerca de US\$25.000, por ano;</li> <li>• Redução da porcentagem de rejeição do processo de 10% para 3,4%;</li> <li>• Melhora na produtividade do processo;</li> <li>• Melhora na satisfação do cliente.</li> </ul>
Leopoldo Gutierrez- Gutierrez Sander	2016	Logístico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhora na produtividade e performance dos processos;</li> <li>• Redução nos tempos de fluxo;</li> <li>• Melhora na qualidade do serviço ofertado.</li> </ul>
Cheng C., Chang P.	2012	ONG – Organização Não Governamental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhora na gestão de armazenagem, elevando as taxas do uso de recursos;</li> <li>• Redução de transferências e esperas, aumentando a eficiência do ciclo do processo (PCE) em 28%;</li> <li>• Melhora na satisfação dos clientes.</li> </ul>
Ramos P., Bonfá E.,			<ul style="list-style-type: none"> <li>• A porcentagem de início tardio diminui de 62% para 31%;</li> <li>• Redução no atraso médio, de 56 minutos para 34</li> </ul>

Goulart P., Medeiros M., Cruz N., Puceh-Leão P., Feiner B.	2016	Saúde	<p>minutos;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da taxa de utilização da sala de operação, de 70% para 73%;</li> <li>• Redução na proporção dos casos atrasando de 9% para 7%.</li> </ul>
Agarwal S., Gallo J., Parashar A., Agarwal K., Ellis S., Khot U., Spooner R., Tuzcu E., Kapadia S.	2015	Saúde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhora significativa nas métricas selecionadas: tempo de turno, tempo de inatividade do médico, chegada do médico no horário, chegada do paciente no horário e o procedimento de retirar o revestimento das ferramentas;</li> <li>• Aumento na porcentagem de casos com tempo ótimo de 43.6% para 56.6%;</li> <li>• Redução da porcentagem do tempo gasto para tirar o revestimento das ferramentas, de 60.7% para 22.7%.</li> </ul>
Tagge E., Lenart J., Thirumoorthi A., Garberoglio C., Mitchell K.	2017	Saúde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhora da eficiência do hospital, sem demissão ou contratação de pessoas;</li> <li>• O tempo entre a saída de um paciente da sala de operações e a entrada de um novo paciente reduziu de 41 minutos, para 32 minutos;</li> <li>• Intervalo entre o pedido de curativo cirúrgico e a subsequente incisão cirúrgica diminuiu de 81,5 minutos para 71 minutos.</li> </ul>
Chiarini A., Bracci E.	2013	Saúde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O Lean Six Sigma pode ser aplicado ao setor de saúde para atingir metas que não são necessariamente metas econômicas ou financeiras, mas também políticas, legais e de satisfação do cliente.</li> </ul>
Chiarini A.	2015	Saúde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorias em termos de movimentos, transportações e redução do lead-time foram alcançadas;</li> <li>• Redução dos riscos à segurança;</li> <li>• Redução dos custos financeiros;</li> <li>• Outras melhorias, como treinamento, instruções de trabalho, implementação de códigos de barras e novos softwares para pedidos de medicamentos também contribuíram para o sucesso do projeto.</li> </ul>
Laureani A., Brady M., Antony J.	2013	Saúde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O projeto demonstrou melhorias claras no processo, provando ser de benefício direto para registros médicos e departamentos cirúrgicos;</li> <li>• O projeto resultou em um depósito, limpo, apropriadamente abastecido e adequado ao uso;</li> <li>• O lead time do processo de prescrição foi reduzido de 15 dias para 3 dias, e não exigiu aumento nos custos ou recursos aplicados;</li> <li>• Redução do nível de quedas hospitalares.</li> </ul>
Ray S., John B.	2011	Terceirização	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento da margem de lucro;</li> <li>• Redução do tempo de ciclo de 60 minutos para 15 minutos</li> </ul>

Fonte: Autoria própria

Os ganhos obtidos após a implementação do Lean Six Sigma variam de estudo de caso para estudo de caso. Porém todos apresentam algum tipo de melhora na eficiência do processo envolvido e satisfação dos clientes. Não são todos os estudos que apresentaram, em valores quantitativos, os resultados obtidos após a implementação da metodologia, entretanto, dos que apresentaram, o setor que mais se destacou no âmbito de economias, foi a central de atendimento, na Inglaterra, apontando cerca de US\$200.000 ao ano.

Não foram todos os artigos que relataram as dificuldades encontradas na implementação do *Lean Six Sigma*, porém nos que apresentaram, foram estas:

- Mudança de cultura na organização;
- Os participantes não priorizaram ou não se engajaram com a implementação;
- Dificuldades de se obter uma visão macro do processo a ser analisado, muitas vezes os problemas eram vistos isoladamente, não englobando todos os processos que poderiam estar a desencadear o problema em questão;
- Falta de conhecimento ou treinamento dos funcionários com a metodologia *Lean Six Sigma* e suas ferramentas;
- Investimento financeiro.

A aplicação de qualquer metodologia ou ferramenta gera dificuldades e implicações, pois envolve muitas vezes a mudança de uma cultura. Tal fato pôde ser constatado dentre as dificuldades encontradas nos artigos.

É importante frisar que em qualquer estudo, a apresentação das dificuldades encontradas pode ajudar com as aplicações futuras do mesmo.

#### 4.4 DIFERENÇAS E SEMELHANÇAS ENTRE OS SETORES DE SERVIÇO E INDUSTRIAL

Em ambos os setores, os estudos de casos destacaram a importância dos líderes estarem engajados com o projeto de implantação do *Lean Six Sigma*, para que este obtivesse sucesso. Como a implementação do LSS nas organizações requer planejamento, engajamento, execução rigorosa e governança presente, a liderança desempenha um papel muito importante em todo o fluxo DMAIC (VIJAYA, 2016). Além

da liderança advinda da alta gerência, as habilidades de liderança adquiridas dos próprios participantes através do projeto de *Lean Six Sigma*, foram aprimoradas de forma a contribuir para a obtenção dos resultados (LAUREANI et al, 2012).

É visível através dos estudos de casos, em ambos os setores, como a mudança de cultura em uma organização, ou seja, modificar a maneira como se visualiza ou se faz uma ação, apresenta resistência por parte dos trabalhadores. Kumar et al (2006), destaca que convencer a alta gerência à implementação do *Lean Six Sigma* é a tarefa mais árdua, bem como encontrar resistência por parte dos trabalhadores quando introduzido uma nova maneira de se fazer negócio (ANTONY et al., 2005, KUMAR et al. 2006). Importante destacar também que treinamentos sobre a metodologia *Lean Six Sigma* e suas ferramentas foram necessárias em ambos os setores.

Em aplicações no setor industrial, observou-se nos artigos que o *Lean Six Sigma* ajudou as empresas a reduzir seus custos, e até obter economias significativas. Pyzdek (2003) afirma que é impossível iniciar um projeto de *Lean Six Sigma*, sem esperar que uma economia seja gerada. Em contrapartida, no setor de serviços, em destaque o setor de saúde, os estudos não apresentaram economias geradas pelo *Lean Six Sigma*, comprovando Chiarini et al (2013), dizendo que projetos de melhorias no setor de saúde podem além de não promover economias, ainda adicionar custos, pois necessitam de investimentos. Porém, ao melhorar os processos do serviço ofertado, à partir de investimentos ou não, garantiram a melhor satisfação de seus clientes.

A diferença do foco percebido nos artigos na aplicação do *Lean Six Sigma* para com o setor de serviços e o setor industrial é que, o primeiro tem como objetivo melhorar seus processos para conseguir a melhor satisfação de seus clientes, já o segundo, está interessado em melhorar seu processo e entregar seu produto final garantindo a qualidade com menor custo. Por exemplo, no setor de saúde os clientes são os próprios pacientes, e ao contrário do setor industrial, os clientes-pacientes participam de todo o processo, ao invés de apenas se beneficiarem de um único produto final; o que evidencia a tendência da implementação do *Lean Six Sigma* no setor de saúde guiar-se para a satisfação de seus clientes (AGARWAL et al, 2015).

Em ambos os setores, foi evidente dentre os resultados obtidos com a implementação do Lean Six Sigma a diminuição de atividades que não agregam valor, melhoria nos processos, produtividade, eficiência, qualidade do serviço executado e ofertado, aumento da satisfação dos clientes, redução de custos e geração de economias.

#### 4.5 A TEORIA *VERSUS* A PRÁTICA

Lean Six Sigma é uma abordagem focada em melhorar a qualidade dos produtos, processos e serviços, reduzir a variação e eliminar o desperdício em uma organização. É a combinação de dois programas de melhoria: Six Sigma e Lean Manufacturing (FURTERER, 2009).

Ao melhorar a qualidade, processos e sistemas melhoram, a produtividade aumenta e os defeitos diminuem, os clientes compram melhores produtos, o que automaticamente aumenta a fatia do mercado da empresa, levando a um melhor retorno dos investimentos (DEMING, 1986).

Pelo fato das organizações possuírem muitas políticas e sistemas que permitem desvios sobre o que realmente é requerido, estas perdem uma grande quantidade de receita por fazerem errado, tendo que refazer. Crosby (1979) estimou a perda em receita para o setor industrial em 20% (vinte por cento), e para o setor de serviços em 35% (trinta e cinco por cento).

Para Shewhart (1931), o objetivo das organizações é estabelecer maneiras econômicas de satisfazer os clientes e, assim, reduzir tudo o que for possível às rotinas que exigem um mínimo de esforço humano. O autor afirma que existe variações nos processos de qualquer indústria de manufatura, porém a variação poderia ser entendida através da aplicação de ferramentas simples de estatística (OAKLAND, 2003). E através de conceitos estatísticos, considerou-se possível estabelecer limites dentro de atividades rotineiras e então atribuir retornos econômicos às mesmas. Dessa forma, havendo um desvio em uma tarefa de rotina, então a mesma não trará retorno econômico até que a seja resolvida (SHEWHART, 1931).

A fim de verificar se a aplicação do *Lean Six Sigma* nos estudos de casos presentes no trabalho fizeram jus à definição de Furterer (2009), o quadro 11 mostra a relação dos três objetivos acima listados: melhorar a qualidade, reduzir variabilidade e eliminar desperdício, para o setor industrial.

**Quadro 11- A teoria versus a prática no setor industrial**

Tipo de indústria	Objetivos			
	Melhorar qualidade	Reduzir variabilidade	Eliminar desperdício	Outros
Assentos automobilísticos e aeroespaciais	X	X	X	
Equipamentos de telecomunicação	X	X	X	X
Estruturas aeroespaciais	X	X	X	
Fundição de peças para maquinário	X	X	X	
Minério de ferro	X		X	
Minério de ferro		X	X	
Papel	X	X		
Parafusos	X	X	X	X
Partes automobilísticas	X	X	X	
Petróleo	X	X	X	
Reciclagem	X	X	X	

Fonte: Autoria própria (2017)

Verifica-se no quadro 11 que, os três principais objetivos segundo a teoria, são buscados quando aplicados nos estudos de casos do setor industrial. Dentre os artigos que apresentaram Outros como objetivo, destaca-se a redução dos custos, sendo esta uma consequência da aplicação do *Lean Six Sigma*.

O mesmo foi feito para o setor de serviços, mostrado no quadro 12.

**Quadro 12- A teoria versus a prática no setor de serviços**

Tipo de serviço	Objetivos			
	Melhorar qualidade	Reduzir variabilidade	Eliminar desperdício	Outro
Central de Atendimento	X		X	
Construção	X	X		
Construção	X	X	X	
Distribuidor de gás GLP	X		X	
Educacional	X			
Financeiro	X			
Financeiro	X		X	
Logístico	X		X	
ONG - Organização Não	X	X		

Governamental				
Saúde	X	X		
Saúde	X	X	X	
Saúde	X	X		
Saúde	X			
Saúde	X		X	
Saúde	X		X	
Terceirização	X		X	

**Fonte: Autoria própria (2017)**

O quadro 12 mostra que a teoria condiz com a prática, quando aplicada ao setor de serviços dos artigos selecionados. Em destaque, a busca por melhorar a qualidade dos processos e serviços prestados, tinha como propósito a melhora na satisfação dos clientes.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

*Lean Six Sigma* envolve práticas que focam em melhorar a qualidade, reduzir avariabilidade e eliminar desperdícios, buscando-se obter um produto ou serviço de qualidade, que ao mesmo tempo que contribui para a diminuição de custos no processos envolvidos, também garante a satisfação do cliente.

O presente trabalho teve como objetivo geral identificar as melhorias vistas nos setores de serviço e industrial, a partir da adoção do *Lean Six Sigma*. E como objetivos específicos: apontar o propósito do uso a metodologia *Lean Six Sigma* nos setores industrial e de serviços na resolução de problemas, apresentar as ferramentas utilizadas através da metodologia *Lean Six Sigma*, discorrer genericamente sobre os resultados obtidos pelos setores na aplicação da metodologia *Lean Six Sigma* e verificar se a teoria apresentada pelo *Lean Six Sigma* corresponde com sua execução nos estudos de casos

O estudo contou com 27 artigos para melhor exemplificar esses pontos, sendo 11 voltados para o setor industrial e 16 para o setor de serviços.

Quanto ao setor industrial, foi possível identificar o propósito da aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*, em destaque notou-se que os principais objetivos resumiram-se em: aumentar a capacidade de produção, melhorando a produtividade e consequentemente reduzindo custos. Foram apresentadas as ferramentas utilizadas na aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*, sendo as mais utilizadas: o ciclo DMAIC, VSM, 5S e o Diagrama de Causa e Efeito. Foi discorrido sobre os resultados obtidos no estudos de casos e, de modo predominante, foi conseguido a redução dos custos e aumento na produtividade do processo de produção. Os três principais objetivos da metodologia *Lean Six Sigma*, segundo Furterer (2009), melhorar a qualidade, reduzir a variabilidade e eliminar o desperdício, puderam ser encontrados em todos os artigos analisados. Em destaque, a busca por esses três objetivos principais, expandia-se a um quarto objetivo, conseguir a redução de custos.

Quanto ao setor de serviços foi possível identificar o propósito da aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*, em geral procurou-se melhorar o processo, garantindo eficiência, produtividade e um bom atendimento ao cliente, o qual terá sua satisfação

garantida. Foram apresentadas as ferramentas utilizadas na aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*. Sendo as mais utilizadas: DMAIC, VSM, Diagrama de Causa e Efeito e SIPOC. Predominantemente, em todos os resultados obtidos nos artigos, foi possível detectar algum tipo de melhoria na eficiência do processo e no atendimento e satisfação do cliente. Dentre os três principais objetivos da metodologia *Lean Six Sigma*, segundo Furterer (2009), destacou-se a busca por melhorar a qualidade dos processos e serviços prestados, tendo como propósito a melhora na satisfação dos clientes.

Ficou evidente que em ambos os setores, conseguiu-se diminuir a variabilidade do processo, bem como seus desperdícios, eliminando atividades sem agregação de valor, melhorando a qualidade dos processos, produtividade, eficiência, serviço prestado, aumentando a satisfação dos clientes, reduzindo custos e gerando economias.

A principal diferença no foco da aplicação do *Lean Six Sigma* nos dois setores foi que, o setor industrial buscou melhorar seus processos, com o intuito de conseguir a redução dos custos envolvidos, já o setor de serviços buscou melhorar seus processos para melhor atender seus clientes e então garantir a satisfação dos mesmos.

Este trabalho pôde ajudar a melhor entender os resultados da aplicação do *Lean Six Sigma* nos setores industrial e de serviços dos últimos dez anos, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão aqui utilizados. Verificou-se que o *Lean Six Sigma* é uma ferramenta versátil e que pode ser adaptada e aplicada em qualquer segmento, possibilitando oportunidades potenciais para novas pesquisas e aplicações.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRANTES, José, **Gestão da Qualidade**, Rio de Janeiro: Interciência, 2009.
- ABRUNHOSA, A., Moura e Sá, P., **Are TQM principles supporting innovation in the Portuguese footwear industry?**, *Technovation* 28, 208-221, 2008.
- AGARWAL Shikhar, GALLO Justin J., PARASHAR Akhil, AGARWAL Kanika K., ELLIS Stephen G., KHOT Umesh N., SPOONER Robin, MURAT Tuzcu E, KAPADIA Samir R., **Impact of Lean Six Sigma Process Improvement Methodology on Cardiac Catheterization Laboratory Efficiency**, *Cardiovascular Revascularization Medicine*, 2015.
- AGUIAR, Silvio. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial**, 2002.
- AHIRE, S.L., Waller, M.A., Golhar, D.Y., **Quality management in TQM versus non-TQM firms: an empirical investigation**, *International Journal of Quality and Reliability Management*, 13 (8), 8–27, 1996.
- ALBLIWI, S., ANTONY, J., ABDUL HALIM LIM, S. and VAN DER WIELE, T. **Critical failure factors of Lean Six Sigma: a systematic literature review**. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 31(9), pp.1012-1030, 2014.
- ANDERSON N., KOVACH J., **Reducing Welding Defects in Turnaround Projects: A Lean Six Sigma Case Study**, *Quality Engineering*, 26:2, 168-181, 2014.
- ANDERSSON R., HILLETOTH P., MANFREDSSON P., HILMOLAO., **Lean Six Sigma strategy in telecom manufacturing**", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 114 Iss 6 pp. 904 – 921, 2014.
- ANDREW, L. M., **A lean route to manufacturing survival**, *Assembly Automation*, 26, 265– 272, 2006.
- ANTONY J., M. KUMAR, and M. TIWARI. **“An Application of Six Sigma Methodology to Reduce the Engine-overheating Problem in an Automotive Company.”** *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* 219 (8): 633–646, 2005.
- ANTONY J., **“Six sigma for service processes”**, *Business Process Management Journal*, Vol. 12 No. 2, pp. 234-248, 2005b.
- ANTONY J., KRISHAN N., CULLEN D., KUMAR M., **Lean Six Sigma for higher education institutions (HEIs) – challenges, barriers, success factors, tools/techniques**, *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 61, No. 8, pp. 940-948, 2012.
- ASSARLIND M., GREMYR I., BÄCKMAN K., **Multi-faceted views on a Lean Six Sigma application**, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 30 Iss 4 pp. 387 – 402, 2013.
- BASTOS, André., **FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) Como Ferramenta de Prevenção da Qualidade em Produtos e Processos – Uma Avaliação da Aplicação em um Processo Produtivo de Usinagem de Engrenagem**. XXVI ENEGEP - Fortaleza, CE, Brasil, 9 a 11 de Outubro de 2006.
- BAYKOÇ, O. F., EROL, S., **Simulation modeling and analysis of JIT production system**, *International Journal of Production Economics* 55, 203 - 212, 1998.

- BLACK K, REVERE L. **Six Sigma arises from the ashes of TQM with a twist**. Inter J Health Care Qual Assur. 2006;19(3):259–266.
- BOSSERT, J. & GRAYSON, K., **Your Opinion**, Six Sigma Forum Magazine, 2(1), November (Milwaukee, WI: ASQ), 2002.
- BRADLEY N., **Marketing Research-Tools and Techniques**. Oxford University Press, Oxford, 2007.
- BRAGA, Luís Pastorelli, **Tecnologia em Metalurgia e Materiais**, São Paulo, v.5, n.1, p. 60- 64, jul.-set. 2008.
- BRAGLIA M, CARMIGNANI G, ZAMMORI F. **A new value stream mapping approach for complex production systems**. Int J Prod Res 44 (18-19):3929-52, 2006.
- BRUE, Greg, **Six Sigma for Managers- 24 Lessons to Understand and Apply Six Sigma Principles in Any Organization**, McGraw-Hill, 2005.
- BURCHILL, GARY and BRODIE, **Voices into Choices**. Madison, WI: Joiner Publications, 1997.
- BURTONSHAW-GUNN, S., **The Essential Management Toolbox: Tools, Models and Notes for Managers and Consultants**, Wiley Online Library, 2008.
- CABRITA M., DOMINGUES J., REQUEIJO J., **Application of Lean Six-Sigma methodology to reducing production costs: case study of a Portuguese bolts manufacturer**, International Journal of Management Science and Engineering Management, 2015.
- CAMPOS, Vicente Falconi, **Controle da Qualidade Total no estilo japonês**, 8ª edição. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviço Ltda., 2004.
- CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro, **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**, 2ª edição, São Paulo: Atlas, 2012.
- CARVALHO, Marly Monteiro de *et al.*, **Gestão da Qualidade: teoria e casos**, 2ª edição Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- CARVALHO, Marly Monteiro de *et al.*, **Gestão da Qualidade: teoria e casos**, 2ª edição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- CHAKRAVORTY, S.S. '**Six sigma programs: an implementation model**', International Journal of Production Economics, Vol. 119, pp.1–16, 2009.
- CHAKRAVORTY, S.S. '**An implementation model for lean programs**', European Journal of Industrial Engineering, Vol. 4, No. 2, pp.228–248, 2010.
- CHANG, P., LU, K., **The Construction of the Stratification Procedure for Quality Improvement**, Quality Engineering, 8(2), 237-247, 1995.
- CHASE, R.B., AQUILANO, N.J., **Production and operations management**, 6th ed. Homewood, IL: Irwin, 1992.
- CHAN, L.K., WU, M.L, **A systematic approach to quality function deployment with a full illustrative example**, Omega-The International Journal of Management Science 33 (2), 119–139, 2005.
- CHENG Chen-Yang, CHANG Pu-Yuan, **Implementation of the Lean Six Sigma framework in non-profit organizations: A case study**, Total Quality Management & Business Excellence, 23:3-4, 431-447, 2012.

- CHIARINI A., **Risk management and cost reduction of cancer drugs using Lean Six Sigma tools**, Leadership in Health Services, Vol. 25 Iss 4 pp. 318 – 330, 2012.
- CHIARINI A., BRACCIE., **Implementing Lean Six Sigma in healthcare: issues from Italy**, Public Money & Management, 33:5, 361-368, 2013.
- CROSBY, P. B., **Quality is Free: The Art of Making Quality Certain**, New York, McGraw-Hill, 1979.
- CROSBY, Philip B., **Qualidade: falando sério**, São Paulo: McGraw Hill, 1990.
- DEAN, J., BOWEN, D.E., **Management theory and total quality improvement: research and practice through theory development**, The Academy of Management Review 19 (3), 392–418, 1994.
- DELGADO C., FERREIRA M., BRANCO M., **The implementation of Lean Six Sigma in financial services organizations**, Journal of Manufacturing Technology Management, Vol. 21, No. 4, pp. 512-523, 2010.
- DEMING, W. E., **Out of Crises**, Cambridge: MIT Center for Advanced Engineering Study, 1986.
- DEMING, W. E., **Qualidade: a revolução da administração**, Ed Marques Saraiva, 1990.
- DIAS, R. L. T., **Conceitos de Manufatura Enxuta aplicados a uma Indústria de suprimentos e dispositivos médicos**, Minas Gerais, 2006, VIII, 35 p. 29,7 cm (Faculdade de Engenharia, Engenharia de Produção, 2006) Monografia - Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF.
- EARLY, J.F., DODFREY, A.B., **But It Takes Too Long**, Quality press, 28(7):51; 1995.
- FEINBURG, S., **Overcoming the Real Issues of Implementation**, Quality Press, 28(7):80, 1995.
- FILARDI F., BERTI D., MORENO V., **Implementation analysis of Lean Sigma in IT applications. A multinational oil company experience in Brazil**, Information Technology and Quantitative Management (ITQM 2015), Procedia Computer Science, 55 (2015) 1221-1230.
- FRANCHETTI M., BARNALA P., **Lean six sigma at a material recovery facility: a case study**, International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 4 Iss 3 pp. 251 – 264, 2013.
- FURTERER, Sandra L., ASQ Conference on Quality in the Space and Defense Industries. **Critical Quality Skills of Our Future Engineers**, Cape Caveral, Florida, 2006.
- FURTERER, Sandra L., **Lean Six sigma in service: applications and case studies**, CRC Press, 2009.
- GARVIN, D. A., **Managing Quality: The Strategic and Competitive Edge**, New York: Free Press, 1988.
- GARZA-REYES J., AL-BALUSHI M., ANTONYJ., KUMAR V., **A Lean Six Sigma framework for the reduction of ship loading commercial time in the iron ore pelletising industry**, Production Planning & Control, ISSN 0953-7287, 2016.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. Ed. São Paulo. Atlas. 2008.
- GITLOW, H., GITLOW, S., OPPENHEIM, A., OPPENHEIM, R., **Tools and Methods for the Improvement of Quality**, Irwin, Homewood, OL, 1989.
- GUARRAIA, PETER and CAREY, GIB and CORBETT, ALISTAIR and NEUHAUS, KLAUS, **Six Sigma – At Your Service**. Business Strategy Review, Vol. 20, Issue 2, pp. 56-61, Summer 2009.

GOVERS, C.P. M., **What and how about quality function deployment (QFD)**, International Journal of Production Economics 46 47, 575 585, 1996.

GRAEME, Knowles, **Six Sigma**, Graeme Knowles and Ventus Publishing Aps, 2011. Disponível em: <<http://zums.ac.ir/files/research/site/ebooks/management-organisation/six-sigma.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2017.

GRANT, R., Shani, R., Krishnan, R., **TQM's challenge to management theory and practice**, Sloan Management Review (Winter), 25–35, 1994.

GRIFFIN, ABBIE, HAUSER, JOHN. **The Voice of the Customer**. Marketing Science, 12(1): 1-27, 1993.

HO, S.K., **TQM an Integrated Approaching – Implementing Total Quality through Japanese 5S and ISO 9000**, Kogan Page, London, 1996.

IMAI, M., **Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success**, New York: McGraw-Hill, 1986.

INDRAWATI S., RIDWANSYAH M., **Manufacturing Continuous Improvement Using Lean Six Sigma: An Iron Ores Industry Case Application**, Industrial Engineering and Service Science(IESS 2015), Procedia Manufacturing 4 (2015) 528-534.

IRELAND,F., DALE,B.G., **A study of total productive maintenance - Implementation**, Journal of Quality in Maintenance Engineering, 7(3), 183-197, 2001.

ISA M., USMEN M., (2015), **Improving university facilities services using Lean Six Sigma: a case study**, Journal of Facilities Management, Vol. 13 Iss 1 pp. 70 – 84, 2015.

ISHIKAWA, Kaoru, **What Is Total Quality Control? The Japanese Way** (1 ed.), Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1985.

ISHIKAWA, Kaoru, **Introduction to Quality Control** (1 ed.), Tokyo: 3A Corp, p. 98, 1990.

JABBOUR, A., TEIXEIRA, A., FREITAS, W., JABBOUR, C., **Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo no Brasil**, R.Adm., São Paulo, v.48, n.4, p.843-856, out./nov./dez. 2013.

JURAN, J.M., **Juran planejando para a qualidade**, São Paulo: Editora Pioneira, 1990.

KARDEC, A. e NASCIF, J.A ., **Manutenção – função estratégica**. 3.<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 2010.

KUMAR, M., J. ANTONY, R. K. SINGH, M. K. TIWARI, and D. PERRY. **Implementing the Lean Six Sigma Framework in an Indian SME: A Case Study**. Production Planning & Control 17 (4): 407–423, 2006.

KUMAR, V., **JIT based quality management: concepts and implications in Indian context**, International Journal of Engineering Science and Technology. Vol. 2, p. 40-50, 2010.

LAFRAIA, J. R. B., **Manual de Confiabilidade, Mantabilidade e Disponibilidade**. Ed. Qualitymark. Rio de Janeiro. 2001.

LAUREANI A., BRADY M., ANTONY J., **"Applications of Lean Six Sigma in an Irish hospital"**, Leadership in Health Services, Vol. 26 Iss 4 pp. 322 – 337, 2013.

LAUREANI A., DOUGLAS A., ANTONY J., **Lean six sigma in a call centre: a case study**, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 59, No. 8, 2010.

- LEITE D., MONTESCO R., SAKURABA C., **Increasing a gas distributor net profit through Lean Six Sigma**, Quality Engineering, 2017.
- LEOPOLDO GUTIERREZ-GUTIERREZ SANDER, **Logistics services and Lean Six Sigma implementation: a case study**, International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 7 Iss. 3, 2016.
- LIBERATI, A.; ALTMAN, D. G.; TETZLAFF, J.; MULROW, C.; IOANNIDIS, J. P. A.; CLARKE, M.; MOHER, D. **The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Annals of Internal Medicine**, Academia and Clinic, 151 (4), 2009.
- MANDAHAWI N., FOUAD R., OBEIDAT S., **An Application of Customized Lean Six Sigma to Enhance Productivity at a Paper Manufacturing Company**, Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering, Vol 6, Number 1, ISSN 1995-6665, Pages 103-106, Feb. 2012.
- MAAROF, M. G., MAHMUD, F., **A Review of Contributing Factors and Challenges in Implementing Kaizen in Small and Medium Enterprises**, 7th International Economics & Business Management Conference, 5th & 6th October 2015, Published by: Procedia economics and Finance 35, 522 - 531, 2016.
- MANOS T. **Value stream mapping-an introduction**. Quality Progress ;12 (6):64–9, 2006.
- MARSHAL, Isnard Jr. et al., **Gestão da Qualidade**, 8. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.
- MARSHALL, I. J., *et al.*, **Gestão da qualidade e processos**, Rio de Janeiro, Editora FGV, 2012.
- MARTINELLI, Fernando B., **Gestão da Qualidade Total**, Fundação Biblioteca Nacional, 2009.
- MARTINS, Petrônio G. LAUGENI, Fernando Piero. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2006.
- MARTINS, A., ASPINWALL, E.M., **Quality function deployment: An empirical study in the UK**, Total Quality Management 12 (5), 575–588, 2001.
- MCADAM, R., **Three leafed clover: TQM, organisational excellence and business improvement**, The TQM Magazine 12 (5), 314–320, 2000.
- MICHALSKA, J., SZEWIECZEK, D., **The 5S Methodoogy as a Tool for Improving the Organisation**, Journal oa Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Vol. 24, Issue 2, October 2007.
- MONTGOMERY, Douglas. **Introduction to Statistical Quality Control**, Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.
- OAKLAND J S., **Statistical process control**, 5th ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2003.
- OMACHONU, V.K., & Ross, J.E., **Principles of total quality**, 3rd ed., CRC Press LLC, Florida, 2004.
- PALADY, P., **FMEA: análise dos modos de falha e efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram**. São Paulo: IMAM, 1997.
- PETERSON, J., SMITH, R., **The 5S Pocket Guide**, Quality Resources, New York, 2001.
- PINTO, R. S., FONTENELLE, M. A. M., **Desdobramento da função qualidade – QFD no processo de desenvolvimento de produtos: uma aplicação prática**, XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2013.

PYZDEK, T., **The Six Sigma Handbook: The Complete Guide for Greenbelts, Blackbelts, and Managers at All Levels**, Revised and Expanded Edition (McGraw-Hill, New York), 2003.

RADNOR, Z. and BOADEN, R., **Editorial: Lean in public services—panacea or paradox?** Public Money & Management, 28, 1, pp. 3–7, 2008.

RAHMAN, N. A., SHARIF, S. M., ESA, M. M., **Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation**, International Conference on Economics and Business Research, 2013.

RAISINGHAN, M.S., Ette, H., Pierce, R., Cannon, G., & Daripaly, P., **Six Sigma concepts, tools and applications**, Industrial Management & Data Systems, 491-505, 2005.

RAMASAMY, N.R., SELLADURAI, V., **Fuzzy logic approach to prioritise engineering characteristics in quality function deployment (FL-QFD)**, International Journal of Quality and Reliability Management 21 (9), 1012–1023, 2004.

RAMOS P., BONFÁ E., GOULART P., MEDEIROS M., CRUZ N., PUCHE-LEÃO P., FEINER B., **First-case tardiness reduction in a tertiary academic medical center operating room: A lean six sigma perspective**, Perioperative Care and Operating Room Management 5 (2016) 7-12.

RASIS, Dana; GITLOW, Howard S.; POOVICH, Edward. **Paper organizers international: a fictitious Six Sigma Green Belt case study**. Quality Engineering. v. 15, n. 1, p. 127-145, 2002.

RAY S., JOHN B., **Lean Six Sigma application in business process outsourced organization**, International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 2, No. 4, 2011.

RAY, B., RIPLEY, P., NEAL, D., **Lean Manufacturing - A Systematic Approach to Improving Productivity in the Precast Concrete Industry**, Published by: PCI Journal, January-February, 2006.

RIBEIRO, A, **Teorias da administração**, São Paulo: Saraiva, 2003.

ROSS, J.E., **Total Quality Management**, St. Lucie Press, Delray Beach, Fla.; p.2, 1995.

ROTHER M, SHOOK J, WOMACK J, JONES D. **Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda**, Lean Enterprise Institute: Brookline, MA; 2009.

SHERIDAN, J., **Lean Sigma synergy**, *Industry Week*, October 16, 2000.

SELEME, R., STADLER, H., **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**, 2 ed. rev. e atual, Curitiba, Editora Ibpex, 2010.

SETHIA, C. S., SHENDE, P. N., DANGE, S. S., **A Case Study on Total Productive Maintenance in Rolling Mill**, International Journal of Scientific Development and Research (IJS DR), Vol. 1, Issue 3, ISSN: 2455-2631, March 2016.

SHAMSUDDIN, A., HASSAN, M. H., TAHA, Z., **TPM can go beyond maintenance excerpt from a case implementation**, Journal of Quality in Maintenance Engineering, 11(1), 19-42, 2005.

SHEWHART W A. **Economic control of quality of manufactured product**. New York: Van Nostrand, 1931.

SHEWHART, W.A., **Quality control charts?**, Bell Syst. Tech. J. 5 (4), 1926.

SHIBA, SHOJI, WALDEN, **Four Practical Revolutions in Management**, Productivity Press, Portland, OR, 2001.



SIMANOVÁ, L., **Specific Proposal of the Application and Implementation Six Sigma in Selected Processes of the Furniture Manufacturing**, Published by Elsevier B. V., 2015.

SINGH N., **SWOT Analysis – A Useful Tool For Community Vision**, A concept paper of central Himalayan village. Res., 2(9): 16-18, 2010.

SINGH, R., GOHIL, A. M., SHAH, D. B., DESAI, S., **Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study**, Published by Elsevier Ltd, 2013.

SINGH, J., RASTOGI, V., SHARMA, R., **Total Productive Maintenance Review: A Case Study in Automobile Manufacturing Industry**, International Journal of Current Engineering and Technology, Vol. 3, No. 5, December 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R., **Administração da Produção**, São Paulo: Atlas, 2008.

SNEE Ronald D., "**Lean Six Sigma - getting better all the time**", International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 1 Iss: 1 pp. 9 – 29, 2010.

SREEDHARAN, RAJA, "**A systematic literature review of Lean Six Sigma in different industries**", International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 7 Iss 4 pp, 2016.

STAMATIS, D. H. **Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution**. ASQ Quality Press, 2003.

SUMMERS, D. **Quality**, 4th ed., Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2006.

SURENDRA, M.G., YOUSEF, A.Y., RONAL, F.P., **Flexible Kanban system**, International Journal of Operations and Production Management, Vol. 19, No. 10, p.1065-1093, 1999.

TAGGE E., LENART J., THIRUMOORTHY A., GARBEROGLIO C., MITCHELL K., **Improving Operating Room Efficiency in Academic Children's Hospital Using Lean Six Sigma Methodology**, Journal of Pediatric Surgery, 2017.

TAGGE, E. P., Lenart, J., Thirumoorthi, A. S., Garberoglio, C., Mitchell, K. W., **Improving Operating Room Efficiency in Academic Children's Hospital Using Lean Six Sigma Methodology**, Journal of Pediatric Surgery, 2017.

TAGUE, Nancy R., **Seven Basic Quality Tools**, The Quality Toolbox. Milwaukee, Wisconsin: American Society for Quality, 2004.

THOMAS A. J., FRANCIS M., FISHER R., BYARD P., **Implementing Lean Six Sigma to overcome the production challenges in an aerospace company**, Production Planning & Control, 2016.

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, Vol. 20 Iss 1 pp. 113 – 129, 2008.

USDA. **SWOT analysis a tool for making better business decisions**. United States Department of Agriculture Risk Management Agency, 2008.

VIANA, Herbert Ricardo Garcia., **PCM: planejamento e controle da manutenção**. Rio de Janeiro: Quality, 2002.

VIJAYA SUNDER M., **Rejects reduction in a retail bank using Lean Six Sigma**, Production Planning & Control, 2016.

VINODH S., GAUTHAM S.G., ANESH RAMIYA R., **Implementing lean sigma framework in an Indian automotive valves manufacturing organization: a case study**, Production Planning & Control: The Management of Operations,22:7, 708-722, 2011.

WAKJIRA, M. W., SINGH, A. P., **Total Productive Maintenance: A Case Study in Manufacturing Industry**, Global Journal of Researches in Engineering, Volume 12, Issue 1, Version 1.0, February 2012.

WERKEMA, M.C.C. **As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos**.Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Geral, 1995.

WERKEMA, M. C. C., **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**, Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda, 2006.

WILKINSON, A., REDMAN, T., SNAPE, E., **What is happening in Quality Management? - Findings from an IM Survey**, The TQM Magazine, Vol. 6 No.1, pp.55-58, 1994.

WHEELER, D.J., **The Six Sigma Practitioner's Guide to Data Analysis: SPC Press**, 2010.