

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI  
MARCELINO SIQUEIRA DE CARVALHO

**LEAN E SEIS SIGMA EM LOGÍSTICA**

São Bernardo do Campo  
2019

MARCELINO SIQUEIRA DE CARVALHO

**LEAN E SEIS SIGMA EM LOGÍSTICA**

Trabalho de dissertação apresentado ao  
Centro Universitário FEI, para obtenção  
do título de Mestre em Engenharia  
Mecânica.  
Orientado pelo Prof. Dr. Mauro Sampaio.

São Bernardo do Campo  
2019

Carvalho, Marcelino Siqueira de.  
Lean e seis sigma em logística / Marcelino Siqueira de  
Carvalho. São Bernardo do Campo, 2019.  
68 p. : il.

Dissertação - Centro Universitário FEI.  
Orientador: Prof. Dr. Mauro Sampaio.

1. Lean. 2. seis sigma. 3. logística. 4. melhoria contínua. 5.  
survey. I. Sampaio, Mauro, orient. II. Título.

Elaborada pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da FEI  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



À Deus em primeiro lugar, minha esposa,  
filhos, pais e irmão que me ajudam na  
travessia de minha existência.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mauro Sampaio, que com sua imensa paciência, me guiou com sabedoria ao longo da construção deste trabalho sobre *lean* e seis sigma em logística, também conseguiu através de suas aulas gerar oportunidades valiosas de aprendizado e visão sobre as metodologias enxutas e muitos outros assuntos.

Aos professores doutores da área de concentração em Produção do programa de mestrado em Engenharia Mecânica: Alexandre Augusto Massote, Cláudia Aparecida de Mattos, Gabriela Scur, João Chang Junior e Wilson de Castro Hilsdorf, Dário Henrique Alliprandini, por todo o conhecimento compartilhado dentro e fora das salas de aula.

E por fim ao Centro Universitário FEI, pela infraestrutura excepcional e disponibilidade de recursos ofertada para o desenvolvimento deste trabalho.

“Temos que enfrentar a realidade natural (que chamaremos de mundo), lutar contra ela, romper a adaptação, e isso não é uma questão de gosto ou vontade; essa luta não se situa no campo da liberdade mas no da necessidade! A liberdade será uma conquista paulatina na nossa História à medida que vamos vencendo a necessidade.”

Mário Sérgio Cortella

## RESUMO

Embora as metodologias de melhoria contínua *Lean* e seis sigma sejam amplamente estudadas e utilizadas em operações de manufatura, o mesmo não ocorre nas operações logísticas. Este trabalho tem como objetivos: entender como se dá a implementação de *lean* e seis sigma no setor logístico de empresas brasileiras, verificar a relação entre o perfil das empresas e o grau de adesão as estas metodologias, e finalmente, identificar os fatores críticos que afetam a implementação das mesmas. Para tanto foi desenvolvido um estudo do tipo *survey*. Com relação ao público-alvo, para responder o questionário, direcionamos à profissionais cadastrados no banco de dados da renomada revista Tecnológica. Esta pesquisa limita-se ao território brasileiro e seria interessante um estudo similar em um mercado mais amplo como da América Latina. Este estudo tem grande utilidade prática, uma vez que as pressões por redução de custos e aumento no nível de serviço são cada vez mais desafiadoras gerando necessidade de implementações eficazes de melhorias contínuas nos processos logísticos. Também no campo acadêmico nota-se destaque do mesmo, pois existem muitos estudos de casos nas operações logísticas e poucas pesquisas do tipo *survey* neste segmento.

Palavras-chave: *Lean*. seis Sigma. logística. melhoria contínua. *survey*.

## ABSTRACT

Although *Lean* and Six Sigma continuous improvement methodologies are widely studied and used in manufacturing operations, this is not the case in logistics operations. The objective of this work is: to understand implementation of *Lean* and six sigma in the logistics sector of Brazilian companies, to verify the relation between the profile of the companies and the degree of adherence to these methodologies, and finally to identify the critical factors that affect the implementation of the themselves. For this, a survey study was developed. With regard to the target audience, to respond to the questionnaire, we refer to the professionals registered in the database of the renowned magazine *Tecnológica*. This research is limited to the Brazilian territory and a similar study in a broader market as in Latin America would be interesting. This study is of great practical utility, since the pressures for cost reduction and increase in the level of service are increasingly challenging, generating the need for effective implementations of continuous improvements in logistics processes. Also in the academic field we can note the importance of this, since there are many case studies in logistic operations and few studies of type surveys in this segment.

Keywords: *Lean*. six sigma. logistics. continuous improvement. *survey*.

## SUMÁRIO

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>13</b> |
| 1.1       | PROBLEMA DE PESQUISA.....   | 14        |
| 1.2       | QUESTÕES DE PESQUISA.....   | 15        |
| 1.3       | OBJETIVOS GERAIS .....  | 15        |
| 1.4       | JUSTIFICATIVA.....  | 15        |
| 1.5       | METODOLOGIA .....   | 16        |
| 1.6       | ESTRUTURA.....  | 17        |
| <b>2</b>  | <b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>   | <b>17</b> |
| 2.1       | FILOSOFIAS E FERRAMENTAS DO <i>LEAN</i> E SEIS SIGMA.....                       | 18        |
| 2.2       | BENEFÍCIOS E DESAFIOS DE IMPLEMENTAÇÃO, FATORES CRÍTICOS<br>DE DE SUCESSO. .... | 22        |
| 2.3       | MATURIDADE EM <i>LEAN</i> E SEIS SIGMA .....                                    | 24        |
| 2.4       | TAXA DE IMPLEMENTAÇÃO .....   | 26        |
| 2.5       | <i>LEAN</i> E SEIS SIGMA EM LOGÍSTICA.....                                      | 27        |
| <b>3</b>  | <b>METODOLOGIA.....</b>   | <b>30</b> |
| 3.1       | TIPO DE PESQUISA.....   | 30        |
| 3.2       | OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS .....   | 30        |
| 3.3       | DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS .....                                       | 31        |
| 3.4       | PROCEDIMENTOS DE TRADUÇÃO E ADAPTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO<br>UTILIZADO .....        | 33        |
| 3.5       | PRÉ-TESTE DO INSTRUMENTO DE PESQUISA.....                                       | 33        |
| 3.6       | POPULAÇÃO E AMOSTRA .....   | 33        |
| 3.7       | COLETA DE DADOS.....  | 34        |
| 3.8       | MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA ANÁLISE .....   | 34        |
| 3.9       | SÍNTESE .....   | 35        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS</b> .....   | <b>35</b> |
| 4.1      | PERFIL DAS COMPANHIAS .....   | 35        |
| 4.2      | TAXA DE IMPLEMENTAÇÃO .....   | 36        |
| 4.3      | BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO .....   | 39        |
| 4.4      | OBSTÁCULOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO .....   | 41        |
| 4.5      | FATORES QUE AFETAM A IMPLEMENTAÇÃO .....  | 42        |
| 4.5.1    | <b>Relação entre a variável porte da empresa e a capacidade absorção das metodologias <i>lean</i> e seis sigma</b> .....  | <b>42</b> |
| 4.5.2    | <b>Relação entre a variável origem da empresa e a capacidade absorção das metodologias <i>lean</i> e seis sigma</b> ..... | <b>44</b> |
| 4.5.3    | <b>Relação entre a variável setor da empresa e a capacidade absorção das metodologias <i>lean</i> e seis sigma</b> .....  | <b>45</b> |
| 4.6      | TAXA DE IMPLEMENTAÇÃO DAS FERRAMENTAS E NÍVEL DE MATURIDADE .....   | 46        |
| 4.6.1    | <b>Somente <i>lean</i></b> .....  | <b>47</b> |
| 4.6.2    | <b>Somente seis sigma</b> .....   | <b>48</b> |
| 4.6.3    | <b><i>Lean</i> seis sigma</b> .....   | <b>49</b> |
| 4.7      | DISCUSSÕES E IMPLICAÇÕES GERENCIAIS .....   | 50        |
| 5.0      | <b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....   | <b>55</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | <b>59</b> |
|          | <b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA</b> .....  | <b>63</b> |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 - Perfil das companhias .....   | 36 |
| Tabela 2 - Taxa de implementação .....   | 37 |
| Tabela 3 - Motivos pela não implementação comparativo Autor x (KUMAR et al,<br>2009, p. 630). .....                  | 38 |
| Tabela 4 - Benefícios pela implementação .....   | 40 |
| Tabela 5 - Benefícios pela implementação - Taxa percebida por tipo de benefício ..                                   | 40 |
| Tabela 6 - Obstáculos para a implementação .....   | 41 |
| Tabela 7 - Resultado da influência do porte na implementação das metodologias ..                                     | 43 |
| Tabela 8 - Resultado da influência da origem na implementação das metodologias                                       | 44 |
| Tabela 9 - Resultados da influência do setor na implementação das metodologias.                                      | 45 |
| Tabela 10 - Ferramentas utilizadas em somente <i>Lean</i> , <i>Lean</i> seis sigma e somente<br>seis sigma. ....     | 46 |
| Tabela 11 - Ferramentas utilizadas em somente <i>Lean</i> .....  | 47 |
| Tabela 12 - Maturidade somente <i>Lean</i> .....   | 48 |
| Tabela 13 - Ferramentas utilizadas em seis sigma. ....   | 48 |
| Tabela 14 - Maturidade seis sigma .....  | 49 |
| Tabela 15 - Ferramentas utilizadas em <i>Lean</i> e seis sigma. ....   | 49 |
| Tabela 16 - Maturidade <i>Lean</i> e seis sigma.....   | 50 |
| Tabela 17- Comparativo entre pesquisas Autor x (Zhang <i>et al.</i> , 2016) x (KUMAR,<br>ANTONY, DOUGLAS, 2009)..... | 53 |

## LISTA DE ABREVIações

|       |  |
|-------|--|
| 5S    | <i>Seiri</i> (Utilização), <i>Seiton</i> (Organização), <i>Seiso</i> (Limpeza), <i>Seikettu</i> (Padronização), <i>Shitsuke</i> (Disciplina) |
| CEP   | Controle estatístico do processo   |
| CSF   | <i>Critical Success Factors</i> (Fatores Críticos de sucesso)  |
| DMAIC | <i>Define, Measure, Analyze, Improve and Control</i> (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar)   |
| DOE   | <i>Disigne of Experiments</i> (Projeto de experimento)   |
| FMEA  | <i>Feilure Modes and Effects Analysis</i> (Modos de falha e análise dos efeitos)   |
| LESAT | <i>Lean Enterprise Self Assesment Tool</i> (Ferramenta corporativa de auto avaliação de <i>Lean</i> )  |
| MIT   | <i>Massashussets Institute of Tecnology</i>  |
| MSA   | <i>Measurement System Analysis</i> (Análise de system de medição)  |
| PDCA  | <i>Plan, Do, Check, Act</i> (Planejar, Fazer, Verificar e Agir)  |
| QFD   | <i>Quality Funtion Deployment</i> (Desdobramento da função qualide)  |
| RR    | Reprodução e repetibilidade em equipamentos de medição.  |
| SIPOC | <i>Suppliers, Inputs, Processes, Outputs and Customers</i> (Diagrama de controle de processos fornecedor cliente)                            |
| SMED  | <i>Single Minute Exchange of Die</i> (Troca Rápida)  |
| TPM   | <i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)   |
| TPS   | <i>Toyota Production System</i> (Sistema Toyota de Produção)   |
| VSM   | <i>Value Stream Mapping</i> (Mapeamento da cadeia de valor)  |

## 1. INTRODUÇÃO

Em um mercado globalizado a logística desempenha papel crucial nas organizações e necessita constantemente melhorar seus processos, obrigando-as a comparar tanto os próprios resultados quanto os resultados dos concorrentes (SALAH; RAHIN; CARRETERO, 2011, p. 138), visando conquistar vantagem competitiva (LI *et al.*, 2005, p. 618). Neste contexto, entregar valor superior ao cliente, em forma de maior velocidade de entrega, preços baixos e serviços de excelência, deve ser o foco das empresas, utilizando-se de metodologias que as tornem capazes de fazê-lo (CUDNEY; ELROD, 2011, p. 5).

Após 1980, os sistemas de produção em massa baseado em lotes foram substituídos pelos sistemas de produção enxutos, desde então o TPS serve como modelo (LIKER; MORGAN, 2006, p. 6). *Lean* é uma metodologia de melhoria contínua multidimensional constituída pela integração de várias práticas de gerenciamento como: *just-in-time*, células de manufatura, trabalho em time, gerenciamento de suprimentos entre outros, e tem como objetivo obter sinergia de todas estas garantindo alta qualidade, produtos acabados de acordo com a demanda do cliente e com o mínimo ou nenhum desperdício (SHAH; WARD, 2003, p. 129). A utilização adequada das ferramentas *lean* funciona como facilitadoras e são determinantes para obtenção de desempenhos sustentáveis ao longo de uma cadeia de suprimentos (DAS, 2018, p. 177). *Lean* é um método que tem como objetivo a eliminação dos desperdícios:

- a) superprodução;
- b) estoques;
- c) transporte;
- d) movimentos;
- e) espera;
- f) produto defeituoso;
- g) processamento excessivo.

em produção, desenvolvimento de produtos e indústrias de serviços. Embora tenha originalmente iniciado em empresas de manufatura, sua aplicação vem crescendo em vários outros setores também. Seu principal foco é a eliminação de atividades

que não geram valor (atrasos, atividades ou custos desnecessárias, erros.), melhoria do fluxo de informação e de materiais (CUDNEY; ELROD 2011, p. 6).

Seis sigma também é considerada uma das mais populares metodologias de melhoria contínua, e embora tenha sido implementada em grandes empresas de manufatura como Motorola, GE e Honeywell, não conseguiu a mesma penetração que *Lean* em indústrias de serviços e tampouco em países fora dos EUA (ISMYRLIS; MOSCHIDIS, 2013, p. 108). Este método garante excelência em serviços através da aplicação efetiva de ferramentas estatísticas e não estatísticas, (ANTONY *et al.*, 2007, p. 307) buscando reduzir variabilidade dos processos e eliminar causas raízes dos problemas, e desta forma diminuir os custos, gerar valor e maior satisfação do cliente (WIKILUND; WIKILUND, 2002, p. 235).

A integração *lean* e seis sigma se faz benéfica para ambas as sistemáticas, uma vez que as deficiências de uma são absorvidas pela outra, criando sinergia para obtenção de resultados robustos mais rapidamente (SALAH; RAHIN; CARRETERO, *et al.*, 2011, p. 144). Embora as raízes destas sejam diferentes em essência os objetivos são os mesmos. Seis sigma originou-se da necessidade de fabricação de produtos complexos com grande número de componentes, o que resulta em alta probabilidade de defeitos nos produtos finais, já *lean* nasceu em um ambiente onde o foco era a eliminação de defeitos devido a escassez de recursos naturais no Japão (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005, p. 5,6).

A literatura atual contempla poucos estudos do tipo *survey* no segmento de logística, este importante setor necessita de uma visão global a respeito do estado de implementação atual das metodologias *lean* e seis sigma.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Em seu estudo ZHANG *et al.*, (2016, p. 1626) demonstram que apesar do *lean* e seis sigma estarem amplamente pesquisados através de estudos do tipo *surveys* em empresas de manufatura, o mesmo não ocorre em indústrias logísticas, onde são encontrados em sua maioria estudos de casos. O segmento logístico necessita de uma visão global a respeito do estado de implementação atual destes métodos. Esta pesquisa visa gerar *insights* sobre as dificuldades, benefícios, similaridades e diferenças encontradas ao se implementá-las.

Para apresentar respostas adequadas ao problema foi desenvolvida uma pesquisa do tipo *survey*, constituída de um questionário para explorar os principais aspectos observados na implementação de *lean* e seis sigma em logística no território brasileiro, utilizando-se do banco de dados da renomada revista Tecnológica, que é um portal cujo público é formado por profissionais deste importante setor.

## 1.2 QUESTÕES DE PESQUISA

Este estudo pretende responder as seguintes questões de pesquisa:

- a) qual é a taxa de implementação de *lean* e seis sigma nas empresas logísticas brasileiras?
- b) quais os fatores que afetam a implementação?
- c) quais os benefícios e dificuldades encontrados com a implementação?
- d) existe relação entre perfil da companhia (porte, origem e setor) e a capacidade desta em absorver *lean* e seis sigma ?

## 1.3 OBJETIVOS GERAIS

O objetivo deste estudo é gerar conhecimento sobre implementação de *lean* e seis sigma nas operações logísticas das empresas estabelecidas no mercado nacional, analisar o perfil das empresas relacionando-os com o grau de adesão às metodologias, e por fim identificar os fatores críticos que afetam a implementação das mesmas.

## 1.4 JUSTIFICATIVA

*Lean* e seis sigma são as metodologias de melhoria contínua mais populares (NÄSLUND, 2013, p. 86), e consideradas as duas mais importantes dentre estas, são focadas em excelência operacional, orientadas à satisfação do cliente, redução de custos e aumento em velocidade de processo para obtenção de vantagem competitiva, através de criação de valor eliminando os desperdícios, e removendo as causas raízes dos defeitos (KUMAR *et al.*, 2006, p. 407), muito embora elas tenham

sido criadas e implementadas há mais de 25 anos, um grande número de companhias ainda não as conhecem (SALAH; RAHIN; CARRETERO *et al.*, 2011, p. 139).

Nas últimas duas décadas, tanto em manufatura quanto em serviços, as pressões por preços baixos e entregas mais rápidas ou a combinação dos dois, têm aumentado sobre os clientes e fornecedores, (KUMAR *et al.*, 2006, p. 407). Muito embora estas ferramentas não sejam de uso restrito à manufatura e podem ser estendidas aos setores de serviços (CUDNEY; ELROD, 2011, p. 19), a implementação destas sistemáticas em logística vem ganhando atenção somente nos últimos anos (ZHANG, 2016, pag. 1629).

Observa-se também que existem muitos casos de estudos direcionados à implementação destas metodologias em logística, porém o mesmo não ocorre com relação às pesquisas do tipo *survey*, as quais são raramente encontradas no setor. Um estudo deste tipo direcionado à geração de informações básicas como, quais são as taxas de implementação das sistemáticas de melhoria, principais dificuldades para a implementação, benefícios encontrados para a implantação e fatores críticos envolvidos, seria de grande utilidade (ZHANG, 2016, p. 1626).

Desta forma observa-se que tanto no campo prático, quanto acadêmico, este estudo se faz útil, uma vez que, na prática poderá guiar a tomada de decisão de implementação das metodologias identificando de forma global os principais pontos, já no campo acadêmico gerará uma pesquisa do tipo *survey* sobre o mercado brasileiro, estudo este considerado importante, comparado ao alto índice de estudos de casos disponíveis sobre o assunto.

## 1.5 METODOLOGIA

Uma pesquisa do tipo *survey online* foi desenvolvida baseada em um questionário enviado para profissionais cadastrados no banco de dados da revista Tecnológica, que é uma das mais relevantes no meio logístico. Este questionário foi dividido em três partes; na qual a primeira parte explora detalhes demográficos relativos às empresas da amostra, incluindo informações sobre setor a qual a empresa pertence (armazenagem e transporte, comércio, indústria e etc.), origem da empresa (nacional ou multinacional), porte (com relação ao número de funcionários), e tempo estabelecido no mercado. A segunda parte do questionário foca em verificar

quais as metodologias e ferramentas, *Lean* e seis sigma têm maior penetração no segmento logístico, juntamente com uma auto avaliação de maturidade das metodologias enxutas. Também as companhias que não utilizam nenhuma das metodologias foram inclusas na compilação a fim de evitar vieses, fornecendo os motivos pelos quais não conseguiram implementá-las. A terceira parte do questionário objetiva a exploração dos benefícios e desafios encontrados durante e após a implementação das metodologias. Esta pesquisa baseou-se em um questionário já validado por ZHANG *et al.* (2016), com algumas adaptações do autor para maior adequação às empresas brasileiras.

## 1.6 ESTRUTURA

Este trabalho é composto de cinco capítulos. No primeiro capítulo está contida a introdução, problema de pesquisa, questões de pesquisa, objetivos gerais, objetivos específicos e também as justificativas para pesquisa. No segundo capítulo é apresentada a revisão literária na qual são expostas as bases teóricas que fundamentam as metodologias *lean* e seis sigma dando maior enfoque aos assuntos de maior relevância para este estudo que são:

- a) filosofias e ferramentas;
- b) benefícios e desafios de implementação e fatores críticos de sucesso;
- c) maturidade em lean e seis sigma;
- d) taxa de implementação;
- e) *lean* e seis sigma em logística.

Já o terceiro capítulo demonstra como foi conduzida a coleta de dados, suas análises e aplicações. O quarto capítulo visa resumir resultados obtidos através do estudo e o quinto e último tem como objetivo a conclusão deste trabalho, juntamente com análise de suas limitações e recomendações para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão de literatura tem como objetivo apresentar os fundamentos teóricos envolvidos nos processos de implementação de *lean* e seis sigma em logística. Destacando os seguintes aspectos:

- a) elencar as principais filosofias e ferramentas de cada metodologia enfatizando as principais diferenças entre elas e a importância da implementação das metodologias simultaneamente nas corporações a fim de obter os melhores resultados;
- b) identificar de maneira objetiva os benefícios, desafios e caminhos críticos para o sucesso (CFS) observados nas implementações já estudados pelos demais autores;
- c) identificar os principais métodos para análise de maturidades dos métodos enxutos;
- d) entender por que as taxas de implementação são maiores em manufatura do que em logística;
- e) sintetizar o que existe disponível na literatura em *lean* seis sigma em logística.

## 2.1 FILOSOFIAS E FERRAMENTAS DO *LEAN* E SEIS SIGMA

O conceito *Lean* foi desenvolvido através do TPS, o qual busca distinguir operações ou atividades que agregam valor das que não agregam, para então eliminar as que não agregam. Obtendo assim maior eficiência nos processos, a custos mais baixos e velocidades de produção mais altas. Esta metodologia é dotada de ferramentas focadas em redução de *lead times*, estoques, *setup*, tempos de ciclo, peças defeituosas, retrabalho e outros desperdícios e suas implementações são realizadas através de um sistema de gerenciamento de projeto chamado P.D.C.A. (ANTONY, 2011. p. 185; ZHANG *et al.*, 2016. p. 1627), já o seis sigma é considerado uma metodologia exclusivamente estatística, muito embora isso possa ser contestado, pois é um método que apresenta também um conjunto de ferramentas não estatísticas não menos importantes para obtenção de 3.4 defeitos por milhão de oportunidades (ISMYRLIS; MOSCHIDIS, 2013. p. 109) e sua implementação é gerenciada através do ciclo D.M.A.I.C. (ZHANG *et al.*, 2016. p. 1627).

O termo *lean* seis sigma se refere à integração destas duas metodologias de melhoria, enquanto *lean* tem como objetivo a entrega de produtos e serviços melhores, mais rapidamente e a custos mais baixos, seis sigma visa tornar os processos mais estáveis e previsíveis. A integração destes métodos ainda é objeto

de estudo desde seu lançamento no ano 2000. Há acadêmicos que focam em desenvolver abordagens de integração das duas metodologias, já outros tentam estruturar métodos de sucesso (LAUREANI; ANTONY, 2019 p. 1).

*Lean* e seis sigma são metodologias de melhoria contínua, compostas de filosofias e ferramentas que visam o aumento da qualidade, redução de variabilidade de processos e eliminação de atividades que não agregam valor. O ideal seria buscar a eliminação sistemática dos desperdícios e em seguida diminuição da variabilidade dos processos, esta combinação das duas metodologias garante a sinergia necessária para obtenção mais rápida e robusta dos resultados. A fusão destes métodos proporciona a filosofia de redução drástica de desperdícios *lean* e a mentalidade dirigida à perfeição seis sigma (SALAH; HAHIN; CARRETERO *et al.* 2011. p. 139, 146).

As ferramentas mais utilizadas de acordo com Zhang *et al.* (2016. p. 1627) em *Lean* são (Figura 1):

- a) 5s;
- b) kanban;
- c) gerenciamento visual;
- d) fluxo de uma peça;
- e) análise de tackt time;
- f) troca rápida (SMED);
- g) gemba;
- h) kaizen;
- i) manutenção preventiva total (TPM);
- j) mapeamento da cadeia de valor (VSM).

em seis sigma são:

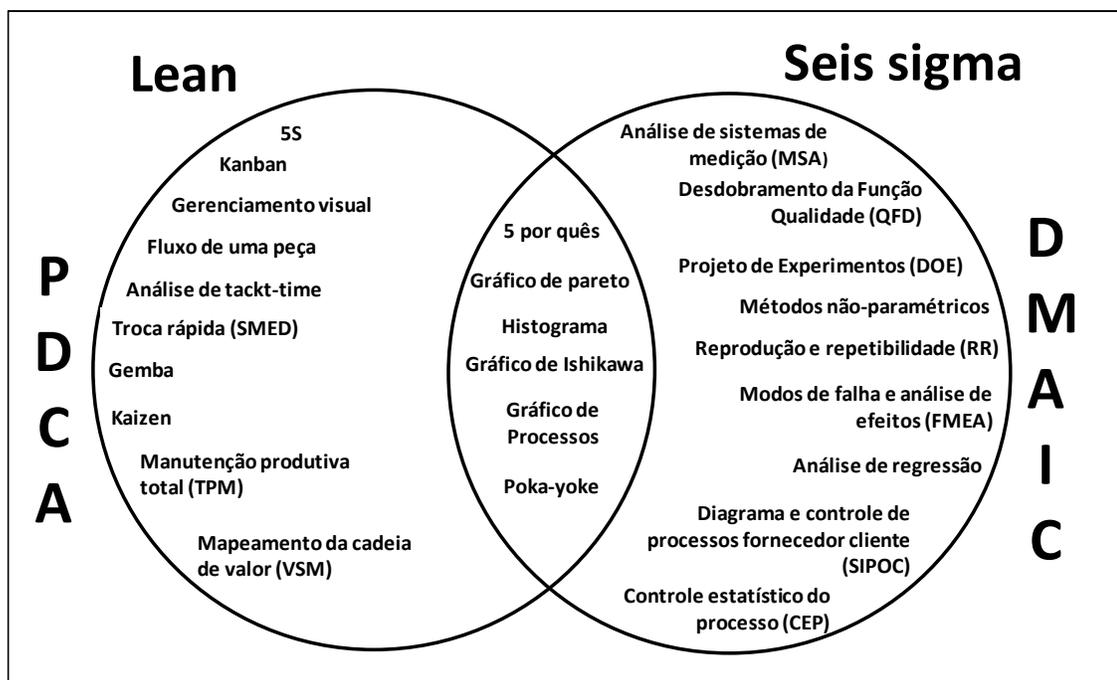
- a) análise de sistemas de medição (MSA);
- b) desdobramento da função qualidade (QFD);
- c) projeto de experimentos (DOE);
- d) métodos não-paramétricos;
- e) análise de regressão;

- f) reprodução e repetibilidade em equipamentos de medição (RR);
- g) modo de falha e análise dos efeitos (FMEA);
- h) diagrama e controle de processos desde a entradas nos fornecedores e saídas dos clientes (SIPOC);
- i) controle estatístico do processo (CEP).

e finalmente as ferramentas de *Lean* seis sigma, que são:

- a) 5 porquês;
- b) gráfico de pareto;
- c) gráfico de histograma;
- d) gráfico de Ishikawa;
- e) gráfico do processo;
- f) poka-yoke.

Figura 1 - Ferramentas mais utilizadas em *Lean* e seis sigma



Fonte : Autor "adaptado de" Zhang *et al.*, 2016 p.1627

A princípio os objetivos de *Lean* e seis sigma são diferentes e algumas empresas utilizam um ou outro método de forma isolada, neste caso em algum

momento estas perceberão ineficiências, uma vez que idealmente estas metodologias oferecem maior retorno (Quadro 1), trabalhando em conjunto (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005. p. 6).

Quadro 1- Principais diferenças entre *Lean* e seis sigma

| Teoria                                      | Metodologia  |   |
|---|--|---|
|   | Lean   | Seis Sigma  |
|   | Remoção de desperdícios  | Redução de variação   |
| Guias para aplicação                        | 1 Identificar valor<br>2 Identificar valor na cadeia<br>3 Fluxo<br>4 Fluxo Puxado<br>5 Perfeição   | 1 Definir<br>2 Medir<br>3 Analisar<br>4 Melhorar<br>5 Controlar   |
| Foco<br><br>Pré-definições                  | Foco no fluxo<br><br>A eliminação dos desperdícios melhorará a performance do negócio<br><br>Muitas pequenas melhorias são mais úteis que a análise do sistema | Foco no problema<br><br>Existe um problema<br><br>Os números são analisados   |
| Efeito principal<br><br>Efeitos secundários | Redução nos tempos de fluxo<br><br>Diminui a variação<br><br>Uniformisa as saídas dos processos<br><br>Diminui estoques<br><br>Melhora a qualidade             | Uniformisa as saídas dos processos<br><br>Diminui o desperdício<br><br>Aumenta a velocidade de Entrega<br><br>Diminui estoques<br><br>Melhora a qualidade |
| Pontos de melhoria                          | Não analisa de forma estatística   | A interação do sistema não é considerada  |

Fonte: Autor “adaptado de” de Salah *et al.*, 2011, p. 147

## 2.2 BENEFÍCIOS E DESAFIOS DE IMPLEMENTAÇÃO, FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO.

Criar fluxo segundo os princípios *Lean* é obter entrega de produtos e serviços *just in time*, ou seja, na quantidade certa, com a qualidade correta, no lugar determinado, exatamente no momento necessário. A este sistema de produção que é capaz de absorver rapidamente as flutuações de demanda chamamos de “puxado” (CUDNEY; ELROD 2011. p. 6), já a metodologia seis sigma aumenta o valor da organização, não só em aumento da qualidade, mas também em disponibilidade, confiabilidade, desempenho de entrega e serviços de pós-venda. As entregas aumentam o desempenho chegando perto da perfeição com o mínimo de atividade, também com a implementação deste método é possível criar recursos humanos com qualificação voltadas à melhoria constante da eficiência da empresa, que culminam na entrega de produtos ou serviços com impacto positivo na satisfação do cliente. (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005. p. 9). De acordo com Antony *et al.*, (2007, p. 296), os seguintes benefícios são alcançados com a implementação de seis sigma no setor de serviços:

- a) melhora o trabalho em equipe, altera a cultura da empresa transformando-a em preventiva ao invés de corretiva;
- b) aumenta a satisfação dos colaboradores;
- c) diminui operações com baixo valor agregado aumentando a velocidade de entrega;
- d) diminuem os custos da qualidade (custos associados com entregas atrasadas, reclamações, resoluções de reclamações com má qualidade e etc.);
- e) maior conhecimento sobre as ferramentas de resolução de problemas;
- f) melhor confiabilidade de entrega devido à redução de variabilidade dos processos;
- g) aumenta a assertividade das tomadas de decisão devido à utilização adequada de dados e fatos eliminando a necessidade de suposição e intuição.

Muito embora estas metodologias tenham ganhado grande popularidade pelos benefícios gerados, elas são bastante criticadas pelas dificuldades

encontradas em suas implementações. Sendo assim, faz-se necessário um planejamento adequado juntamente com análise de custos e identificação dos fatores críticos de sucesso. (JEYARAMAN; TEO, 2010. p. 192)

Segundo Antony *et al.*, (2007, p. 306), os principais desafios para implementação de seis sigma em uma indústria de serviços são:

- a) a coleta de dados é difícil e também sua precisão, integridade e origem são questionáveis;
- b) a medição de satisfação do cliente em um ambiente de serviços é complexa, uma vez que, envolve o comportamento humano (simpatia, vontade de ajudar, honestidade e etc.);
- c) a resistência para a mudança neste ambiente é comparativamente maior do que em um ambiente de manufatura;
- d) a coleta de dados é lenta em função da necessidade de validação do número de amostras que normalmente é grande;
- e) falta descrição e padronização dos processos;
- f) a aplicação de ferramentas estatísticas avançadas é limitada e por fim;
- g) a coleta de dados em muitos casos é executada manualmente através de interação humana ao contrário de coleta automática em processos de fabricação.

De acordo com KUMAR, (2007, p. 343); SREEDHARAN; SUNDER; RAJU, (2017, p. 28) dentre as dificuldades expostas, também encontramos, tanto na academia como em empresas de consultorias, os fatores críticos de sucesso (CSF), que seguem a seguinte ordem de importância:

- a) envolvimento e comprometimento gerencial;
- b) seis sigma orientado ao cliente;
- c) mudança cultural;
- d) educação e treinamento;
- e) declaração de visão e plano apoiado pelo CEO.

Estes fatores, em linhas gerais, possuem os seguintes pontos em comum e também devem ser levados em conta ao se decidir pela implementação das metodologias: primeiramente a maioria destes são comuns para as duas

metodologias, em segundo lugar estes fatores normalmente não se alteram ao longo do tempo, e por fim suporte gerencial e cultura organizacional frequentemente são destacadas entre as demais (NÄSLUND, 2013. p. 89).

### 2.3 MATURIDADE EM *LEAN* E SEIS SIGMA

À medida que as organizações evoluíram nas últimas décadas, a necessidade de se medir, direcionar ou redirecionar seus objetivos foram sendo cada vez mais exigidas. Desta forma, foi necessário quantificar de forma mais precisa em que ponto os resultados alcançados se encontravam, com relação aos objetivos desejados (NIGHTINGALE; MIZE, 2002. p. 17), tendo em vista esta necessidade o MIT desenvolveu um sistema de auto avaliação de maturidade em *Lean* chamado LESAT, tendo como base os sete princípios do pensamento de *Lean thinking*, desenvolvido por NIGHTINGALE, (2009. p. 2) que são:

- a) adoção de uma abordagem holística para a transformação empresarial;
- b) identificar os principais *stakeholders* e agregar valor aos negócios realizados em conjunto;
- c) focar em eficácia antes de focar em eficiência;
- d) abordar interdependências corporativas internas e externas;
- e) garantir estabilidade e fluxo contínuo dentro e em toda a empresa;
- f) cultivar liderança para apoiar e conduzir comportamentos corporativos;
- g) enfatizar a aprendizagem organizacional.

Esta avaliação conta com a aplicação de 54 práticas as quais determinam o estado atual em *Lean* e também projetam o estado futuro, e ainda possuem um sistema de medição com 5 níveis progressivos de maturidade, são eles do menos capaz (Nível 1) ao nível mais capaz, *Word-Class* (5) (NIGHTINGALE; MIZE, 2002. p. 22). Existem muitos métodos de avaliação de nível de maturidade *lean* disponíveis em manufatura (Quadro 2), no entanto em serviços estes ainda se encontram em um estágio nascente, tornando raros estes estudos (GURUMURTHY, 2016, p. 8).

Quadro 2 - Comparativo de modelos de avaliação de maturidade *Lean*

|  | LESAT  | Baltrige Prize  | Good to Great   | Shingo Prize  | ISSO 9000                                 | EFQM   | CMMI   |
|--|--|---|---|---|---|--|--|
| <b>Tipo de avaliação</b>                       | Plano de auto-avaliação para suportar a transformação  | Pode ser adaptado para avaliação interna  | Diagnóstico interno e diferenciação entre empresas boas e ótimas. | Pode ser adaptado para uso interno                              | Avaliação externa usada para certificação | Avaliação Externa ou auto-avaliação, dependendo do escopo.                 | Avaliação Externa ou auto-avaliação  |
| <b>Avaliação dos Stakeholders</b>              | Liderança Corporativa  | Flexível  | Liderança absoluta  | Flexível  | Gerenciamento                             | Gerenciamento  | Gerenciamento  |
| <b>Critério ou tipo de informação abordada</b> | Práticas Corporativas  | Qualidade e Comprometimento do Cliente  | Melhores práticas identificadas no manual da Good end Great       | Sistema Toyota de produção e Lean manufacturing                 | Sistema de gerenciamento da qualidade     | Conformidade entre o sistema de gerenciamento com o EFQM Excellence Model. | Melhores práticas em melhoria de processos   |
| <b>Coleta de informação</b>                    | Gaps e melhoria nas áreas  | Área de melhoria e Princípios-Chave   | Tende a implementar conceitos                                     | Sucessiva adoção de pirâmide guia de transformação.             | Lista os problemas e melhora os planos    | Gaps e melhoria nas áreas  | Gaps e melhoria nas áreas  |
| <b>Setores</b>                                 | Projetado para Corporações que projetam, produzem e recentemente para a área de saúde e Serviços | Manufatura, Serviços, pequenos negócios, Saúde, Educação e Entidades sem fins lucrativos. | Amplio  | Projetado para produção e expandida para excelência operacional | Amplio                                    | Amplio   | Projetado para desenvolvimento de Software e adaptado para vários tipos de negócios. |

Fonte : Autor “adaptado de” LESAT, 2012, p. 15

Um modelo também foi usado para examinar o nível de maturidade em seis sigma (Figura 2). Existem cinco níveis:

- a) lançamento;
- b) sucesso inicial;
- c) replicação em escala;
- d) institucionalização;
- e) cultura de transformação.

O “lançamento” é o ponto de partida em que uns poucos visionários na organização lançam a metodologia, o treinamento é iniciado e os projetos começam. O “sucesso inicial” se dá quando os projetos pioneiros estão produzindo resultados e os primeiros casos de sucesso já podem ser apresentados. A “replicação em

escala” acontece quando o sucesso inicial começa a ser levado a outras partes da organização e um número maior de projetos já está em andamento. A próxima etapa chamada “institucionalização” é quando os projetos estão gerando amplo impacto financeiro em muitas partes da organização, e finalmente o último estágio o de “transformação cultural” no qual o resultado financeiro é sustentável e a cultura seis sigma é difundida, mesmo além dos praticantes, e além dos limites da organização (RAJE, 2009, p. 2).

Figura 2 - Níveis de maturidade em seis sigma.

|                          | Sucesso Inicial      |                       | Institucionalização     |                        | Transformação Cultural |
|--------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Mudança Cultural         |                      |                       | Escala de replicação    |                        | DNA da empresa         |
| Além do DMAIC            |                      |                       |                         | DFS, Lean              | IT, Product Dev        |
| Estratégia de maturidade | Lançamento           |                       | Mapeamento e Objetivos  | Project, Roll up       | Full Closed Loop       |
| Software                 |                      | Excel, Estatística    | Project Tracking        | Portifólio Mgmt        | Strategy + Potfólio    |
| Reporting                | Amador               | Semi-profissional     | Semi-profissional       | Profissional           | Profissional melhorado |
| Impacto financeiro       | Não verificado       | Redução de custo      | Consistente             | Validação              | General ledger         |
| Seleção de Projetos      | Aleatória            | Poucos                | Cópia de sucesso        | Pela gerência          | Formalizada            |
| Pessoas                  | Algumas              | Mais crédito          | Desenv. De carreira     | Admitidas              | A maioria              |
| Treinamento              | Treinador, Executivo | Externo               | Externa e Personalizada | Interna, EAD           | Especialista Interno   |
| Suporte de Liderança     | 1 ou 2 Visionários   | Validada              | Por toda a Empresa      | Já esperada            | Difundida              |
|                          | Nível 1<br>3-9 meses | Nível 2<br>6-18 meses | Nível 3<br>12-36 meses  | Nível 4<br>24-48 meses | Nível 5                |

Fonte: Autor “adaptado de” Raje, 2009

## 2.4 TAXA DE IMPLEMENTAÇÃO

Embora *lean* e seis sigma tenham origem em indústrias de manufatura, estas sistemáticas são aplicáveis em muitos outros processos e negócios (CUDNEY; ELROD 2011, p. 7). A maioria das empresas manufatureiras tem adotado algum tipo de iniciativa de melhoria enxuta fundamentada em *lean*, e este conceito tem se espalhado por diversos outros tipos de indústrias como hospitais, instituições financeiras, construção civil e mesmo nas empresas com foco em produção os princípios enxutos estão alcançando áreas além do chão de fábrica como engenharia de desenvolvimento de produto, escritórios de vendas, salas de reuniões

e etc. (LIKER; MORGAN, 2006, p. 5). Já com relação aos setor de serviços, muitas empresas ainda não estão convencidas dos benefícios que podem ser extraídos destas metodologias (ANTONY *et al.*, 2007, p. 295).

Muito embora a aplicação destes métodos de melhoria já estejam bem difundidos em sistemas de manufatura, somente nos últimos anos a academia e praticantes têm observado com mais interesse, a implementação destas sistemáticas enxutas em logística e cadeias de suprimentos. Existem muitos estudos de casos demonstrando os benefícios da implementação destas ferramentas, em vários campos como: aeronáutico, alimentício, saúde, construção civil, etc. Também existe material para aplicação prática que serve como guia de implementação de *lean* e seis sigma em cadeias logística como GOSBY e MARTICHENKO, (2005).

## 2.5 LEAN E SEIS SIGMA EM LOGÍSTICA

Indústrias como as de tecnologia de computação, construção civil, projetos e engenharia, governo, militar, finanças, são considerados áreas que contém desperdícios muito embora, pouco se perceba utilização de metodologias enxutas nestas. Assim sendo faz necessário adaptar as sistemáticas de melhorias contínua, da manufatura para os serviços e cadeias logísticas para obter seus benefícios (CUDNEY, ELROD, 2011, p. 28).

De acordo com ZHANG *et al.* (2016), fica claro a falta de estudos que forneçam informações básicas a respeito da implementação de *Lean* e seis sigma em logística, os quais podem ser de grande utilidade para a melhoria das operações deste importante setor. Em seu artigo autor analisa:

- a) perfil das empresas (principais serviços prestados, tempo estabelecido no mercado, tamanho da empresa, número de empregados, etc.);
- b) a taxa de implementação das metodologias observadas no mercado estudado;
- c) os principais desafios e benefícios encontrados devido esta implementação.

Para Tortorella *et al.*, (2017), agregar valor significa entender o cliente e fornecedores dando uma abordagem que vise à integração entre as operações desde a matéria-prima até a entrega ao cliente final reduzindo drasticamente *lead-*

*times* e custos, melhorando a qualidade. Adaptar as sistemáticas de melhorias enxutas ao longo destas operações integradas é a nova fronteira em pesquisa *lean*. Atualmente os estudos voltados à aplicação da metodologia *lean* nas cadeias de suprimento demonstram poucas evidências de impacto positivo (TORTORELLA, MIORANDO, MARODIN, 2017, p. 2,4).

Também Gutierrez, Leeuw, Dubbers (2016, p. 339) indicam em seu artigo a necessidade de se gerar mais estudos voltados aos serviços de logística, para melhor compreensão da metodologia de implementação de *lean* seis sigma.

Analisando os autores acima verificamos que os estudos para aplicações das melhorias contínuas no setor logístico ainda necessitam avançar na pesquisa a fim de estruturar e orientar melhor as implementações.

No Quadro 3, indicamos os artigos e autores, com a classificação dos respectivos assuntos abordados, tendo como objetivo apresentar uma visão geral dos estudos disponíveis que relacionam-se com logística.

Quadro 3 - Abordagem de pesquisa por Autores

| Autor                                 | Filosofias, ferramentas e técnicas do lean e seis sigma             |                                 |                       |                              |   | TÍTULO   |
|---------------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|---|--|
|                                       | Benefícios de implementação, desafios e fatores críticos de sucesso | Maturidade em lean e seis sigma | Taxa de implementação | Lean seis sigma em logística |   |  |
| (ANTONY et. al., 2007)                |   | X                               |                       | X                            |   | Six Sigma in service organizations Benefits, challenges and difficulties, common myths empirical observations and success factor                     |
| (ANTONY, 2011)                        | X   |                                 |                       |                              |   | Six Sigma vs Lean Some perspectives from leading academics and practitioners   |
| (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005)           | X   | X                               |                       |                              |   | RESEARCH AND CONCEPTS The integration of lean management and Six Sigma   |
| (CUDNEY; ELROD 2011)                  |   | X                               |                       | X                            |   | A comparative analysis of integrating lean concepts into supply chain management in manufacturing and service industries                             |
| (GOSBY; MARTICHENKO, 2005)            |   |                                 |                       | X                            |   | Lean Six Sigma Logistic: Strategic Development to Operational Success  |
| (GURUMURTHY, 2016)                    |   |                                 | X                     |                              |   | Leanness assessment: a literature review   |
| (GUTIERREZ; LEEUW; DUBBERS, 2016)     |   |                                 |                       |                              | X | Logistics services and Lean Six Sigma implementation: a case study   |
| (ISMYRLIS; MOSCHIDIS, 2013)           | X   |                                 |                       |                              |   | Six Sigma's critical success factor and toolbox  |
| (JAYARAMAM;TEO, 2010)                 |   | X                               |                       |                              |   | A conceptual framework for critical success factors of lean Six Sigma Implementation on the performance of electronic manufacturing service industry |
| (KUMAR, 2007)                         |   | X                               |                       |                              |   | Critical success factor and hurdles to six sigma implementation: the case of a UK manufacturing SME  |
| (LAUREANI; ANTONY, 2017)              | X   |                                 |                       |                              |   | Leadership and Lean Six Sigma: a systematic literature review  |
| (LIKER, 2006)                         |   | X                               |                       |                              |   | The Toyota way in Services: The case of Lean Product Development   |
| (LIKER; MORGAN, 2006)                 |   |                                 |                       | X                            |   | The Toyota way in Services: The case of Lean Product Development   |
| (NÄSLUND, 2013)                       |   | X                               |                       |                              |   | Lean and Six Sigma – critical success factor revisited   |
| (NIGHTINGALE, 2009)                   |   |                                 | X                     |                              |   | Principles of enterprize systems   |
| (NIGHTINGALE;MIZE, 2002)              |   |                                 | X                     |                              |   | Deployment of lean enterprize tranformation  |
| (RAJE, 2009)                          |   |                                 | X                     |                              |   | Maturity Model describes stages of six sigma evolution   |
| (SALAH; RAHIM; CARRETERO, 2011)       | X   |                                 |                       |                              |   | Implementation of Lean Six Sigma (LSS) in supply chain management (SCM): an integrated management philosophy   |
| (SREEDHAN; SUNDER; RAJU, 2017)        |   | X                               |                       |                              |   | Critical success factors of TQM, Six Sigma, Lean and Lean Six Sigma: a literature review and key findings  |
| (TORTORELLA, MIORANDO, MARODIN, 2017) |   |                                 |                       |                              | X | Lean Supply Chain Management: empirical research on practices, contexts and performance,   |
| (ZHANG et al., 2016).                 | X   |                                 |                       | X                            | X | Lean and Six Sigma in logistics: a pilot survey study in Singapore   |

Fonte: Autor

### 3 METODOLOGIA

Esta seção apresenta o método de pesquisa utilizado, incluindo o tipo de pesquisa, operacionalização das variáveis, definição operacional das variáveis, procedimento de tradução do questionário, pré-teste do instrumento de pesquisa, população e amostra, coleta de dados, técnicas e procedimentos adotados para o tratamento e análise dos dados.

#### 3.1 TIPO DE PESQUISA

Este trabalho utiliza o método de pesquisa *survey online*, de corte transversal (FORZA, 2002), com amostra não probabilística da população de interesse, para investigar a taxa de adoção da metodologia *lean* seis sigma em processos logísticos, e algumas hipóteses previamente estabelecidas.

Os respondentes foram profissionais do segmento logístico associados à revista Tecnológica, uma tradicional revista do mercado brasileiro. Todas as variáveis de interesse foram avaliadas através da percepção dos respondentes.

A escolha do método *survey online* ocorreu em função de ser a melhor forma de acesso de coleta de dados de profissionais de mercado, uma vez que estes estão acostumados a receber e enviar dados pela internet (Kerlinger e Lee; 2000).

#### 3.2 OPERACIONALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Esta pesquisa baseou-se em escalas de medidas desenvolvida por ZHANG *et al.*, (2016), com algumas adaptações do autor para maior adequação às empresas brasileiras.

O instrumento de pesquisa avaliou a adoção de métodos de melhoria contínua (somente *lean*, somente seis sigma, *lean* e seis sigma ou outras metodologias), tipos de ferramentas de melhoria contínua adotada, grau de maturidade do método de melhoria contínua, os principais benefícios alcançados, os principais obstáculos identificados e motivos pela não implementação de processo de melhoria contínua.

### 3.3 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

O quadro 4 apresenta os itens correspondentes às variáveis “adoção de método de melhoria contínua”, e “grau de maturidade da empresa”, “ferramentas adotadas”, “benefícios adquiridos”, “estimativa de resultados”, “principais obstáculos”, e “motivos da não implementação”.

Quadro 4 - Definição operacional das variáveis

(continua)

| Medidas  |   |  |             |                   |                        |   |   |  |
|--|---|--|-------------|-------------------|------------------------|---|---|--|
| <p><b>Tipo de melhoria contínua adotada pela empresa</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Somente <i>lean</i></li> <li>2. Somente seis sigma</li> <li>3. <i>Lean</i> e seis sigma</li> <li>4. Nenhuma das citadas acima (nem <i>Lean</i> nem seis sigma)</li> <li>5. Outro tipo de metodologia</li> </ol>   |   |  |             |                   |                        |   |   |  |
| <p><b>Grau de maturidade</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Escala de 5 pontos: 1 – Baixo até 5 – Alto</li> </ol>   |   |  |             |                   |                        |   |   |  |
| <p><b>Ferramentas adotadas.</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;"><i>Lean</i></th> <th style="text-align: center;"><b>Seis sigma</b></th> <th style="text-align: center;"><i>Lean Seis sigma</i></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 5s</li> <li>2. Mapeamento da cadeia do valor</li> <li>3. Kanban</li> <li>4. Fluxo de uma peça</li> <li>5. Manutenção produtiva total</li> <li>6. Gerenciamento visual</li> <li>7. Troca rápida</li> <li>8. Análise de takt time</li> <li>9. Caminhada para eliminação de desperdícios</li> <li>10. Kaizen</li> <li>11. Outro</li> </ol> </td> <td style="vertical-align: top;"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análise em sistema de medição</li> <li>2. Desdobramento da função qualidade</li> <li>3. Projeto de experimentos</li> <li>4. Métodos não paramétricos</li> <li>5. Análise de regressão</li> <li>6. Repetitividade e reprodutibilidade</li> <li>7. Modos de falha e análise dos efeitos</li> <li>8. Diagrama de controle de processos fornecedor cliente</li> </ol> </td> <td style="vertical-align: top;"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 5 porquês</li> <li>2. Diagrama de Ishikawa</li> <li>3. Gráfico de Pareto</li> <li>4. Histogramas</li> <li>5. Gráfico de processos</li> <li>6. Dispositivo anti-falhas</li> <li>7. Outro</li> </ol> </td> </tr> </tbody> </table> |   |  | <i>Lean</i> | <b>Seis sigma</b> | <i>Lean Seis sigma</i> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 5s</li> <li>2. Mapeamento da cadeia do valor</li> <li>3. Kanban</li> <li>4. Fluxo de uma peça</li> <li>5. Manutenção produtiva total</li> <li>6. Gerenciamento visual</li> <li>7. Troca rápida</li> <li>8. Análise de takt time</li> <li>9. Caminhada para eliminação de desperdícios</li> <li>10. Kaizen</li> <li>11. Outro</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análise em sistema de medição</li> <li>2. Desdobramento da função qualidade</li> <li>3. Projeto de experimentos</li> <li>4. Métodos não paramétricos</li> <li>5. Análise de regressão</li> <li>6. Repetitividade e reprodutibilidade</li> <li>7. Modos de falha e análise dos efeitos</li> <li>8. Diagrama de controle de processos fornecedor cliente</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 5 porquês</li> <li>2. Diagrama de Ishikawa</li> <li>3. Gráfico de Pareto</li> <li>4. Histogramas</li> <li>5. Gráfico de processos</li> <li>6. Dispositivo anti-falhas</li> <li>7. Outro</li> </ol> |
| <i>Lean</i>  | <b>Seis sigma</b>   | <i>Lean Seis sigma</i>   |             |                   |                        |   |   |  |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 5s</li> <li>2. Mapeamento da cadeia do valor</li> <li>3. Kanban</li> <li>4. Fluxo de uma peça</li> <li>5. Manutenção produtiva total</li> <li>6. Gerenciamento visual</li> <li>7. Troca rápida</li> <li>8. Análise de takt time</li> <li>9. Caminhada para eliminação de desperdícios</li> <li>10. Kaizen</li> <li>11. Outro</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Análise em sistema de medição</li> <li>2. Desdobramento da função qualidade</li> <li>3. Projeto de experimentos</li> <li>4. Métodos não paramétricos</li> <li>5. Análise de regressão</li> <li>6. Repetitividade e reprodutibilidade</li> <li>7. Modos de falha e análise dos efeitos</li> <li>8. Diagrama de controle de processos fornecedor cliente</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 5 porquês</li> <li>2. Diagrama de Ishikawa</li> <li>3. Gráfico de Pareto</li> <li>4. Histogramas</li> <li>5. Gráfico de processos</li> <li>6. Dispositivo anti-falhas</li> <li>7. Outro</li> </ol> |             |                   |                        |   |   |  |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <p>9. Controle estatístico de processos</p> <p>10. Outro</p> |  |
| <p><b>Benefícios adquiridos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Redução de tempos de ciclo</li> <li>2. Melhoria no tempo de entrega</li> <li>3. Redução de custos</li> <li>4. Identificação e eliminação de desperdícios</li> <li>5. Aumento no índice de produtividade</li> <li>6. Diminuição de defeitos em produtos e serviços</li> <li>7. Melhoria no giro de estoque</li> <li>8. Diminuição de variabilidade nos processos</li> <li>9. Melhoria no foco para identificação de causa raiz</li> <li>10. Melhoria em serviços ao cliente</li> <li>11. Outro</li> </ol> |  |  |
| <p><b>Estimativa de lucro ou redução de custo</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1% a 3%</li> <li>2. 4% a 6%</li> <li>3. 7% a 9%</li> <li>4. Mais de 10%</li> </ol>   |  |  |
| <p><b>Principais obstáculos encontrados</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Insuficiência de colaboradores treinados</li> <li>2. Os colaboradores não entendem o objetivo da implementação</li> <li>3. Falha em dar autonomia para as pessoa implementarem a metodologia</li> <li>4. Falta de suporte da gerência</li> <li>5. Falta de recursos</li> <li>6. Resistência à mudança</li> <li>7. Outro</li> </ol>   |  |  |
| <p><b>Motivos pela não implementação</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Falta de recursos</li> <li>2. Falta de conhecimento para implementar</li> <li>3. Não havia certeza de que seria relevante para o negócio</li> <li>4. Nunca tinha ouvido falar</li> <li>5. Problema de custo</li> <li>6. Outro</li> </ol>  |  |  |

### 3.4 PROCEDIMENTOS DE TRADUÇÃO E ADAPTAÇÃO DO QUESTIONÁRIO UTILIZADO

O questionário de pesquisa encontrava-se originalmente na língua inglesa. Conforme Cha, Kim e Erlem (2007) as perguntas foram traduzidas para o português por dois profissionais bilíngues. As traduções foram revisadas e comparadas por dois especialistas bilíngues para garantir a maior proximidade possível do texto original. Após esta fase foi realizada a tradução reversa para a língua inglesa por especialista bilíngue diferente do anterior. O resultado encontrado foi satisfatório sendo necessário somente pequenos ajustes.

### 3.5 PRÉ-TESTE DO INSTRUMENTO DE PESQUISA

Primeiramente o questionário foi validado por quatro especialistas na área de logística (Gerentes de logística de empresas do mercado). Esse procedimento garantiu a adaptação satisfatória do questionário à cultura brasileira e a plena compreensão de cada questão (LEE; MEHLENBACHER, 2000). Foi utilizado o *software survey monkey* para a divulgação da pesquisa. Vale ressaltar que nenhuma resposta do pré-teste fez parte da amostra final de pesquisa. O questionário final validado encontra-se no apêndice A.

### 3.6 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população estudada foi constituída de empresas nacionais e multinacionais da área de logística que atuam no Brasil. Os respondentes foram executivos que atuam em diferentes partes do processo logístico. Para acesso a esses executivos foi utilizado o banco de dados dos assinantes da revista Tecnológica. Esta amostra não pode ser considerada como probabilística, pois não necessariamente os assinantes da revista representam a população de empresas brasileiras que atuam na área de logística, apesar da amostra não ser probabilística seus elementos são representantes legítimos das empresas brasileiras e capazes de fornecer as informações desejadas. Para este estudo foi utilizado amostragem não probabilística por conveniência, neste tipo de amostragem a seleção dos elementos é feita entre

indivíduos que estão mais disponíveis para o estudo (HAIR *et al.*, 2009). Sendo assim a representatividade da amostra não é uma questão crucial.

### 3.7 COLETA DE DADOS

Foram convidados 100.000 assinantes a participar da pesquisa, esses respondentes foram contatados da lista de *e-mails* de assinantes da revista Tecnológica. Aos assinantes foram enviados *e-mails* explicando o objetivo da pesquisa online com o questionário anexo. Aproximadamente 30 dias depois foi enviado um segundo e-mail para os não respondentes conforme a orientação de Dillman (2000).

Das 100.000 solicitações efetuadas foi possível obter 184 respostas (0,184 %, do total), sendo considerada válida apenas uma resposta por empresa. Após análises dos questionários recebidos, 33 foram descartados por respostas incompletas. Foi adotada a abordagem *listwise* recomendada por Vieira (2009), isto é, os casos foram eliminados. Após a avaliação a amostra final de avaliação contou com 154 respostas válidas (0,154 %). Em pesquisa similar ZHANG *et al.*, (2016) obteve 32 respostas, número considerado baixo, problema similar encontrado na presente pesquisa. Portanto o tamanho da amostra obtida pode ser considerada satisfatória para as análises das questões propostas.

### 3.8 MÉTODOS ESTATÍSTICOS PARA ANÁLISE

Para a análise estatística dos dados foram utilizados os seguintes procedimentos:

- a) a inspeção prévia dos dados foi realizada por meio de análises das estatísticas descritivas dos dados coletados;
- b) foram utilizadas várias estatísticas básicas, média, desvio-padrão, tabelas de frequência e gráficos para interpretação dos dados;
- c) foi utilizado  $\chi^2$ -quadrado teste (qui-quadrado teste) para avaliação de relação de variáveis nominais com a taxa de adoção de métodos de melhoria contínua.

### 3.9 SÍNTESE

Nessa seção foi apresentada a metodologia aplicada para apresentação da pesquisa, foi utilizado um questionário já testado na literatura, a população foi de executivos que participam do processo logístico das principais empresas brasileiras. Foram obtidas 154 respostas válidas. A análise estatística utilizada foi descrita em detalhes.

## 4 RESULTADOS

Este trabalho gerou resultados, que visam responder de maneira adequada os objetivos propostos, desta forma seguem os tópicos analisados detalhadamente.

### 4.1 PERFIL DAS COMPANHIAS

A tabela 1 descreve o perfil das companhias que participaram. O principal setor encontra-se na categoria de “Indústria” (44,8 %), seguido por “Armazenagem e Transporte” (16,9 %), “Serviços” (16,9 %), “Comércio” (14,3 %) e “Operador logístico” (7,1 %). A categoria “Indústria” representa aproximadamente a metade de todos os respondentes. Com relação ao “tempo estabelecido no mercado”, (41,6 %) possuem mais de 40 anos, seguidos de (24,0 %) entre 21 a 40 anos, (18,8 %) entre 11 a 20 anos, (8,4 %) entre 0 a 5 anos, e (7,1 %) entre 6 a 10 anos. A categoria “Origem”, é formada por (60,4 %) de empresas nacionais e (39,6 %) multinacionais. Quanto ao porte das empresas estudadas (59,1 %) das companhias são de “Grande Porte”, (15,6 %) de “Médio Porte”, (14,3 %) de “Pequeno Porte” e (11,0 %) “Microempresas”.

Tabela 1 - Perfil das companhias

|                                      | frequência (Total 154) | %     |
|--------------------------------------|------------------------|-------|
| <b>Setor</b>                         |                        |       |
| Indústria                            | 69                     | 44,8% |
| Armazenagem e Transporte             | 26                     | 16,9% |
| Serviços                             | 26                     | 16,9% |
| Comércio                             | 22                     | 14,3% |
| Operador Logístico                   | 11                     | 7,1%  |
| <b>Tempo estabelecido no mercado</b> |                        |       |
| Mais de 40 anos                      | 64                     | 41,6% |
| 21 à 40 anos                         | 37                     | 24,0% |
| 11 à 20 anos                         | 29                     | 18,8% |
| 0 à 5 anos                           | 13                     | 8,4%  |
| 6 à 10 anos                          | 11                     | 7,1%  |
| <b>Origem</b>                        |                        |       |
| Nacional                             | 93                     | 60,4% |
| Multinacional                        | 61                     | 39,6% |
| <b>Porte da empresa</b>              |                        |       |
| Grande Porte *                       | 91                     | 59,1% |
| Médio Porte **                       | 24                     | 15,6% |
| Pequeno Porte ***                    | 22                     | 14,3% |
| Microempresa ****                    | 17                     | 11,0% |

\* acima de 99 funcionários para empresas de Serviços e acima de 499 funcionários para Indústria,

\*\* de 50 a 99 funcionários para empresas de Serviços e de 100 a 499 funcionários para Indústria,

\*\*\*(de 10 a 49 funcionários para empresas de Serviços e de 20 a 99 funcionários para Indústria),

\*\*\*\*(até 9 funcionários para empresas de Serviços e até 19 funcionários para Indústria).

Fonte : Autor

## 4.2 TAXA DE IMPLEMENTAÇÃO

A tabela 2 resume as taxas de implementação das metodologias *lean* e seis sigma baseadas na auto avaliação preenchida pelos respondentes. Entre os 154 respondentes (39,0 %) não adotaram “nenhuma das citadas”, ou seja, nem “Somente *lean*”, nem “Somente seis sigma” e nem “*Lean* e seis sigma”, (27,9 %) implementaram “*Lean* e seis sigma”, (14,3 %) “Somente *Lean*”, (12,3 %) “Outro tipo de metodologia” e (6,5 %) “Somente seis sigma”. De uma forma geral “Somente *Lean*” obteve uma boa taxa de implementação (14,3 %), já a implantação de “Somente *Lean*” e “*Lean* e seis sigma” juntas somaram (44,2 %) em relação ao total

de amostras. Surpreendentemente a taxa de implementação de “Somente seis sigma” foi a mais baixa, apenas 10 respondentes (6,5 %), indicaram a implementação desta metodologia sozinha. Isto indica que as empresas de logística tendem a não implementar esta metodologia de forma isolada, mas sim acompanhadas de *lean* ou seja *lean* seis sigma.

Muitos profissionais de logística que participaram da pesquisa perceberam o fenômeno da não implementação da metodologia seis sigma sozinha nas companhias logísticas.

Conforme mencionado anteriormente o principal objetivo da sistemática seis sigma é reduzir as variações e defeitos nos processos. A maioria dos processos logísticos opera com armazenamento e transporte de produtos e não alteração física dos mesmos. Muito embora alguns fornecedores de serviços logísticos executem processos posteriores à fabricação como embalagem ou montagem de kits, a transformação física nestes produtos é feita em uma escala muito limitada. Muitas operações logísticas possuem margem operacional muito baixa, devido a intensa competição (MIM; JOO, 2006). As principais preocupações dos profissionais de logística são os custos e os atrasos de entrega. Estes não estão preocupados com variações de especificações dos produtos, que normalmente são as motivações para implementação da metodologia seis sigma em outras empresas. Seis sigma é uma boa ferramenta para a redução de variações de *lead times* em transporte, embora sua implementação seja recomendada apenas nos serviços logísticos de entrega rápida. Esta explicação justifica o fato da sistemática seis sigma ser amplamente mais utilizado em indústria de manufatura (BUCHER *et al.*, 2010; YAWANDE; LASCOLA, p. 62, 2006), uma indústria a qual seus produtos são frequentemente transformados (REVERE; BLACK; HUG, 2004; JIM *et al.*, 2008).

Tabela 2 - Taxa de implementação

|                           | frequência (Total 154) | %     |
|---------------------------|------------------------|-------|
| Nenhuma das citadas *     | 60                     | 39,0% |
| <i>Lean</i> e seis sigma  | 43                     | 27,9% |
| Somente <i>Lean</i>       | 22                     | 14,3% |
| Outro tipo de metodologia | 19                     | 12,3% |
| Somente seis sigma        | 10                     | 6,5%  |

\* *Nem Lean, nem seis sigma e nem Lean e seis sigma*

Fonte: Autor

Os não implementadores escolheram os motivos pela não implementação, listados na tabela 3 conforme segue; para (35,1 %) mencionaram “falta de conhecimento para implementar”, (22,1 %) “não havia certeza de que seria relevante para o negócio”, (15,6 %) “falta de recursos”. Isto sugere que a principal razão pela não implementação é a falta de conhecimento das metodologias na indústria logística. “Falta de recursos” (15,6 %) e “Problemas de custo” (9,1 %) não foram o principal motivo pela não implementação.

Com relação ao estudo de KUMAR; ANTONY; DOUGLAS (2009, p. 630), notamos resultado similar ao presente estudo, no qual “Falta de conhecimento para implementar” é o principal motivo pela não implementação, isso pode indicar que independentemente do setor, existem obstáculos similares para a introdução de *lean* e seis sigma em uma organização.

Tabela 3 - Motivos pela não implementação comparativo Autor x (KUMAR *et al.*, 2009, p. 630).

|  | frequência<br>(Total 60) -<br>Autor |       | frequência -<br>Kumar |       |
|--|-------------------------------------|-------|-----------------------|-------|
|  |                                     | %     |                       | %     |
| Falta de conhecimento para implementar <sup>1</sup>                  | 27                                  | 35,1% | 12                    | 18,8% |
| Não havia certeza de que seria relevante para o negócio <sup>2</sup> | 17                                  | 22,1% | 9                     | 14,1% |
| Falta de recursos <sup>3</sup>                                       | 12                                  | 15,6% | 8                     | 12,5% |
| Outro  | 11                                  | 14,3% | ***                   |       |
| Problemas de custo   | 7                                   | 9,1%  | 7                     | 10,9% |
| Nunca tinha ouvido falar   | 3                                   | 3,9%  | 7                     | 10,9% |
| Outras iniciativas competitivas                                      | **                                  |       | 6                     | 9,4%  |
| ISO é aceito e necessário  | **                                  |       | 5                     | 7,8%  |
| Desejo de liderança  | **                                  |       | 5                     | 7,8%  |
| Adequado somente para empresas de grande porte                       | **                                  |       | 3                     | 4,7%  |
| Burocrático  | **                                  |       | 2                     | 3,1%  |

\* Um respondente pode escolher mais de uma opção

\*\* Não pesquisado pelo Autor

\*\*\* Não pesquisado por Kumar

<sup>1</sup> Principal motivo pela não implementação

<sup>2</sup> Segundo principal motivo pela não implementação

<sup>3</sup> Terceiro principal motivo pela não implementação

Fonte: Autor

### 4.3 BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO

Após consulta aos respondentes para a verificação de quais foram os benefícios observados, verificamos os seguintes resultados, detalhados na tabela 4.

A pesquisa aponta como o principal benefício com (13,8 %) “Redução de custos”, seguido de (13,5 %) “Aumento de índice de produtividade”, (12,7 %) “Redução de tempos de ciclo” e (12,7 %) “Identificação e eliminação de desperdícios”.

Verifica-se na tabela 5, que dos 75 respondentes (64,0 %), ou seja, 48 respondentes, indicaram que houve “Redução de custos”, em seus processos, seguidos de (62,7 %) que perceberam “Aumento no índice de produtividade”, (58,7 %), (58,7 %) “Redução de tempos de ciclo”, e (58,7 %) “Identificação e eliminação de desperdícios”. Estes resultados são similares a muitas pesquisas anteriores que também apontaram “Redução de custos” como o principal benefício (KWAK; AMBARI, 2006; SNEE, 2010), além de outros benefícios listados na tabela 4.

Esta pesquisa também coletou dados em porcentagem com relação à “Estimativa de lucro ou redução de custos” alcançados através de uma análise de Pareto conforme gráfico 1. Nota-se que (34,7 %) das empresas conseguiram “Estimativas de lucro ou redução de custo” entre (4% a 6%) destacando-se esta faixa em primeira posição dentre as quatro opções, seguidos de (26,7 %) com ganhos acima de (10 %), (20,0 %) com ganhos entre (1% e 3%) e finalmente (18,7 %) com ganhos entre (7% e 9%). Estes dados sugerem que a maioria das empresas (54,7 %) pode conseguir “Estimativas de lucro ou redução de custo” entre (1% a 6%), e as demais (45,3 %) ganhos acima de 7%, podendo inclusive ultrapassar (10 %). Estes benefícios são substanciais tendo em vista que a indústria logística tem uma baixa margem de lucro devido a alta competitividade (MIN; JOO, 2006).

Tabela 4 - Benefícios pela implementação

|   | frequência * (Total 75) | %     |
|---|-------------------------|-------|
| Redução de custos                                 | 48                      | 13,8% |
| Aumento no índice de produtividade                | 47                      | 13,5% |
| Redução de tempos de ciclos                       | 44                      | 12,7% |
| Identificação e eliminação de desperdícios        | 44                      | 12,7% |
| Melhoria no foco para identificação de causa raiz | 37                      | 10,7% |
| Melhoria em serviços ao cliente                   | 31                      | 8,9%  |
| Diminuição de variabilidade nos processos         | 29                      | 8,4%  |
| Diminuição de defeitos em produtos e serviços     | 23                      | 6,6%  |
| Melhoria no giro de estoque                       | 22                      | 6,3%  |
| Melhoria no desempenho de entrega                 | 21                      | 6,1%  |
| Outro   | 1                       | 0,3%  |

\* Um respondente pode escolher mais de uma opção

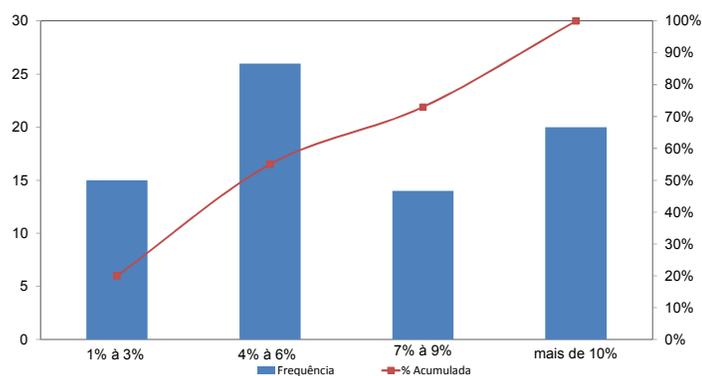
Fonte: Autor

Tabela 5 - Benefícios pela implementação - Taxa percebida por tipo de benefício

|  | frequência * (Total 75) | %     |
|--|-------------------------|-------|
| Redução de custos                          | 48                      | 64,0% |
| Aumento no índice de produtividade         | 47                      | 62,7% |
| Redução de tempos de ciclos                | 44                      | 58,7% |
| Identificação e eliminação de desperdícios | 44                      | 58,7% |

Fonte: Autor

Gráfico 1 - Estimativa de lucro ou redução de custos



Fonte: Autor

#### 4.4 OBSTÁCULOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO

A tabela 6 mostra os resultados com relação aos obstáculos encontrados para a implementação das metodologias: “Somente *Lean*”, “*Lean* e seis sigma” e “Somente seis sigma”, nas companhias logísticas. A pesquisa mostra que os principais obstáculos encontrados durante a implementação foram: em primeiro lugar com (29,7 %) “Resistência a mudança”, seguido de (18,4 %) “Insuficiência de colaboradores treinados”, (15,2 %) “Falha em dar autonomia para as pessoas implementarem a metodologia” e (14,6 %) “Os colaboradores não entendem o objetivo da implementação”. Tanto o obstáculo “Resistência a mudança” quanto “Os colaboradores não entendem o objetivo da implementação” também foram mencionados por Snee (2010, p. 18). Em toda a mudança que altera o modo de trabalho de uma pessoa, para uma nova forma de se realizar o trabalho existem obstáculos, que devem ser superados (SNEE, 2010, p. 18). Segundo ZHANG, *et al.*, (2016. p. 1634), o obstáculo resistência a mudança é causado devido ao fato dos colaboradores não entenderem o objetivo da implementação e também não acreditarem que as metodologias de melhoria funcionem, isto reforça o argumento de que o principal motivo pela não implementação é a falta de conhecimento sobre as metodologias (ZHANG *et al.*, 2016, p. 1634).

Tabela 6 - Obstáculos para a implementação

|  | frequência * | %     |
|--|--------------|-------|
|  | (Total 75)   |       |
| Resistência à mudança  | 47           | 29,7% |
| Insuficiência de colaboradores treinados                           | 29           | 18,4% |
| Falha em dar autonomia para as pessoas implementarem a metodologia | 24           | 15,2% |
| Os colaboradores não entendem o objetivo da implementação          | 23           | 14,6% |
| Falta de suporte da gerência                                       | 17           | 10,8% |
| Falta de recursos  | 16           | 10,1% |
| Outro  | 2            | 1,3%  |

\* Um respondente pode escolher mais de uma opção

Fonte: Autor

#### 4.5 FATORES QUE AFETAM A IMPLEMENTAÇÃO

Este tópico visa estudar a relação que existe entre as variáveis porte, origem e setor e a capacidade de absorção das metodologias *lean* e seis sigma, e é composta das seguintes análises:

- a) Relação entre a variável porte da empresa e a capacidade absorção das metodologias *lean* e seis sigma;
- b) Relação entre a variável origem da empresa e a capacidade absorção das metodologias *lean* e seis sigma;
- c) Relação entre a variável setor da empresa e a capacidade absorção das metodologias *lean* e seis sigma;

##### 4.5.1 Relação entre a variável porte da empresa e a capacidade absorção das metodologias *lean* e seis sigma

Um dos objetivos da pesquisa é entender se existe relação entre o porte das empresas e a capacidade que estas possuem em absorver as metodologias enxutas. Para tanto foi empregada a ferramenta estatística  $\chi^2$ -test (teste qui-quadrado), para avaliar se existe realação. O primeiro passo foi formular a hipótese nula:

*H1o - Não existe relação entre porte da companhia e capacidade em absorver lean e seis sigma.*

*H2o - Existe relação entre porte da companhia e capacidade em absorver lean e seis sigma.*

Tabela 7 - Resultado da relação entre porte da companhia e capacidade em absorver *lean* e seis sigma

| Porte     | Lean | Frequência esperada |         | Frequência esperada |         | Total | Frequência esperada |
|-----------|------|---------------------|---------|---------------------|---------|-------|---------------------|
|           |      | Lean e seis sigma   | Nenhuma | Lean e seis sigma   | Nenhuma |       |                     |
| Grande ** | 15   | 12,3                | 34      | 24,1                | 21      | 70    | 70,0                |
| Pequeno * | 7    | 9,7                 | 9       | 18,9                | 39      | 55    | 55,0                |
| Total     | 22   | 22,0                | 43      | 43,0                | 60      | 125   | 125,0               |

|                          | Valor  | gl | ***Significância        |
|--------------------------|--------|----|-------------------------|
|                          |        |    | Assintótica (Bilateral) |
| Qui-quadrado de Pearson  | 21,351 | 2  | <b>0,000</b>            |
| Razão de verossimilhança | 22,147 | 2  | <b>0,000</b>            |

\*Pequeno - União dos setores médio, pequeno porte e microempresas, de 9 a 99 funcionários para empresas de Serviços e de 19 a 499 funcionários para Indústria.

\*\*Grande Porte - Acima de 99 funcionários para empresas de Serviços e acima de 499 funcionários para Indústria.

\*\*\*Cálculos executados em software IBM SPSS statistics v. 25

Fonte: Autor

Observando a tabela 7, verifica-se que a hipótese nula  $H_10$  foi rejeitada a um nível de significância de 5% com p-value de 0,000. Este resultado demonstra que existe relação entre porte da empresa e capacidade em absorver *lean* e seis sigma. Empresas de “Grande porte” possuem maior tendência de adoção das metodologias que as pequenas. De fato entre um total de 65 implementadores de *lean* e seis sigma 49 são de “Grande porte” e 16 são de “Pequeno porte”, nota-se que (75,4 %) dos implementadores são classificados como de “Grande porte”. Estes resultados surpreendem, uma vez que SNEE; HOERT (2003) argumentam em sua pesquisa que não existem características ou atributos que indiquem que as grandes companhias são mais propensas a absorver *lean* e seis sigma do que as pequenas empresas. No entanto isso pode ser explicado pelo fato de que em empresas de grande porte existem profissionais com mais conhecimento a respeito das metodologias de melhoria contínua, e seus líderes são mais expostos a *lean* e seis sigma (ZHANG, 2016, p 1635). Em seu trabalho TORTORELLA, MIORANDO, MARODIN, (2017, p. 28) obtiveram o mesmo resultado, ou seja, perceberam que o porte da empresa influencia na tendência de implementação das metodologias.

#### 4.5.2 Relação entre a variável origem da empresa e a capacidade absorção das metodologias *lean* e seis sigma

Com relação à origem da empresa foi percebido no estudo que entre as empresas que aderiram uma das metodologias *lean* ou *lean* e seis sigma, (63,0 % - 41 empresas) são “multinacionais” e (37,0 % - 24 empresas) são “nacionais”, isso demonstra uma adesão maior por parte das companhias multinacionais conforme mostra a Tabela 8. Para este caso também recorreremos ao  $\chi^2$ -test (teste qui-quadrado), com objetivo de verificar a relação entre origem da companhia e a capacidade de absorção de *lean* e seis sigma:

*H1<sub>0</sub> - Não existe relação entre origem da companhia e a capacidade de absorver lean e seis sigma.*

*H2<sub>0</sub> - Existe relação entre origem da companhia e a capacidade de absorver lean e seis sigma.*

Tabela 8 - Resultado da relação entre origem da companhia e capacidade em absorver *lean* e seis sigma

| Origem                                    | Frequência esperada |                   | Frequência esperada                   |         | Frequência esperada |         | Total | Frequência esperada |
|---|---------------------|-------------------|---------------------------------------|---------|---------------------|---------|-------|---------------------|
|   | Lean                | Lean e seis sigma | Lean e seis sigma                     | Nenhuma | Nenhuma             | Nenhuma |       |                     |
| Multinacional                             | 13                  | 28                | 9,0                                   | 17,5    | 10                  | 24,5    | 51    | 51,0                |
| Nacional                                  | 9                   | 15                | 13,0                                  | 25,5    | 50                  | 35,5    | 74    | 74,0                |
| Total                                     | 22                  | 43                | 22,0                                  | 43,0    | 60                  | 60,0    | 125   | 125,0               |
|   | Valor               | gl                | Significância Assintótica (Bilateral) |         |                     |         |       |                     |
| Qui-quadrado de Pearson ( $\chi^2$ -TEST) | 29,042              | 2                 | 0,000                                 |         |                     |         |       |                     |
| Razão de verossimilhança                  | 29,578              | 2                 | 0,000                                 |         |                     |         |       |                     |

Fonte: Autor

De acordo com a Tabela 8, verifica-se que hipótese nula, *H1<sub>0</sub>* foi rejeitada a um nível de significância de 5% com p-value de 0,000. Neste caso também encontramos relação entre origem da empresa e capacidade em absorver *lean* e seis sigma. Nas companhias multinacionais existem maior tendência de adoção das metodologias que nas nacionais.

#### 4.5.3 Relação entre a variável setor da empresa e a capacidade absorção das metodologias *lean* e seis sigma

Analisando o impacto do setor na implementação dos métodos foi constatado no estudo que entre as empresas que aderiram *lean* ou *lean* e seis sigma, (60 %) tem origem na “Indústria” e (40 %) são compostos da união dos outros setores como “Armazenagem e transporte”, “Comércio”, “Operador logístico” e “Serviços”, destaca-se aqui maior participação da “Indústria” no que diz respeito à implementação das metodologias enxutas de acordo com detalhamento na Tabela 9. Também aplicamos *x<sup>2</sup>-test* (teste qui-quadrado) para verificação se há relação entre setor em que a empresa é classificada e a capacidade de absorver *lean* e seis sigma:

*H1<sub>0</sub> - Não existe relação entre setor e a capacidade de absorção de lean e seis sigma.*

*H2<sub>0</sub> - Existe relação entre setor e a capacidade de absorção de lean e seis sigma.*

Tabela 9 - Resultado da relação entre setor da companhia e capacidade em absorver *lean* e seis sigma

| Setor     | Lean | Frequência esperada | Lean e seis sigma | Frequência esperada | Nenhuma | Frequência esperada | Total | Frequência esperada |
|-----------|------|---------------------|-------------------|---------------------|---------|---------------------|-------|---------------------|
| Indústria | 13   | 9,7                 | 26                | 18,9                | 16      | 26,4                | 55    | 55,0                |
| Outros*   | 9    | 12,3                | 17                | 24,1                | 44      | 33,6                | 70    | 70,0                |
| Total     | 22   | 22,0                | 43                | 43,0                | 60      | 60,0                | 125   | 125,0               |

|   | Valor  | gl | Significância Assintótica (Bilateral) |
|---|--------|----|---------------------------------------|
| Qui-quadrado de Pearson ( <i>X<sup>2</sup>-TEST</i> ) | 14,080 | 2  | <b>0,001</b>                          |
| Razão de verossimilhança                              | 14,413 | 2  | <b>0,001</b>                          |

\* Outros - União dos setores de Armazenagem e Transporte, comércio, operador logístico e serviços

Fonte: Autor

Analisando a tabela 9, verifica-se que hipótese nula, *H1<sub>0</sub>* foi rejeitada a um nível de significância de 5% com p-value de 0,001. Mais uma vez encontramos relação entre setor da empresa e a capacidade de absorção de *lean* e seis sigma. Conclui-se que existe maior tendência de adoção das metodologias no setor industrial do que nos outros setores.

#### 4.6 TAXA DE IMPLEMENTAÇÃO DAS FERRAMENTAS E NÍVEL DE MATURIDADE

Neste tópico serão apresentadas as taxas de implementação das ferramentas enxutas organizada por tipo de metodologia e também, o nível de maturidade de “Somente *Lean*”, “*Lean* e seis sigma” e “Somente seis sigma” que se encontram as companhias, segundo suas auto avaliações. Abaixo segue lista das ferramentas estudadas na tabela 10:

Com o objetivo de ter um panorama geral de todas as ferramentas estudadas neste trabalho seguem as mesmas listadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Ferramentas utilizadas em somente *Lean*, *Lean* seis sigma e somente seis sigma.

| Ferramentas x Metodologias                           | Somente lean | Lean e Seis Sigma | Somente seis sigma |
|--|--------------|-------------------|--------------------|
| 5S <sup>1</sup>                                      | ✓            |                   |                    |
| Mapeamento da cadeia do valor                        | ✓            |                   |                    |
| Kanban <sup>3</sup>                                  | ✓            |                   |                    |
| Fluxo de uma peça                                    | ✓            |                   |                    |
| Manutenção produtiva total                           | ✓            |                   |                    |
| Gerenciamento visual                                 | ✓            |                   |                    |
| Troca rápida   | ✓            |                   |                    |
| Análise de takt time                                 | ✓            |                   |                    |
| Caminhada para eliminação de desperdícios            | ✓            |                   |                    |
| Kaizen <sup>2</sup>                                  | ✓            |                   |                    |
| 5 Porquês <sup>2</sup>                               |              | ✓                 |                    |
| Diagrama de Ishikawa <sup>1</sup>                    |              | ✓                 |                    |
| Gráfico de Pareto                                    |              | ✓                 |                    |
| Histogramas  |              | ✓                 |                    |
| Gráfico de processos <sup>3</sup>                    |              | ✓                 |                    |
| Dispositivo anti-falhas                              |              | ✓                 |                    |
| Análise de sistemas de medição <sup>3</sup>          |              |                   | ✓                  |
| Desdobramento da função qualidade                    |              |                   | ✓                  |
| Projeto de experimentos                              |              |                   | ✓                  |
| Métodos não-paramétricos                             |              |                   | ✓                  |
| Análise de regressão                                 |              |                   | ✓                  |
| Repetitividade e Reprodutibilidade                   |              |                   | ✓                  |
| Modos de falhas e análise dos efeitos <sup>2</sup>   |              |                   | ✓                  |
| Diagrama de controle de processos fornecedor cliente |              |                   | ✓                  |
| Controle estatístico do processo <sup>1</sup>        |              |                   | ✓                  |

<sup>1</sup> Ferramenta mais utilizada na respectiva metodologia.

<sup>2</sup> Segunda ferramenta mais utilizada na respectiva metodologia.

<sup>3</sup> Terceira ferramenta mais utilizada na respectiva metodologia.

Fonte: Autor

Segundo a tabela 10 as três ferramentas mais importantes para cada metodologia são respectivamente:

- a) “Somente *Lean*”,  
- “5s”, “Kaizen e “Kanban”;
- b) “Somente seis sigma”,  
- “Controle estatístico do processo”, “Modo de falhas e análise dos efeitos” e “Análise de sistema de medições”;
- c) “Lean e seis sigma”,  
- “Diagrama de Ishikawa”, “5 porquês” e “Gráfico de processos”.

#### 4.6.1 Somente *lean*

Para os implementadores de “Somente *Lean*” observa-se na Tabela 11, que a principal ferramenta utilizada é “5S” alcançando (16,1 %), seguida de “Kaizen” com (13,4 %), “Kanban” com (11,6 %) e “Caminhada para eliminação de desperdícios” com (10,7 %).

Tabela 11 - Ferramentas utilizadas em somente *lean*

|   | frequência * (Total 22) | %     |
|---|-------------------------|-------|
| 5S  | 18                      | 16,1% |
| Kaizen  | 15                      | 13,4% |
| Kanban ***                                      | 13                      | 11,6% |
| Caminhada para eliminação de desperdícios ***** | 12                      | 10,7% |
| Gerenciamento visual *****                      | 11                      | 9,8%  |
| Mapeamento da cadeia do valor **                | 10                      | 8,9%  |
| Análise de takt time *****                      | 10                      | 8,9%  |
| Fluxo de uma peça ****                          | 8                       | 7,1%  |
| Manutenção produtiva total *****                | 7                       | 6,3%  |
| Troca rápida *****                              | 7                       | 6,3%  |
| Outro   | 1                       | 0,9%  |

\* Um respondente pode escolher mais de uma opção

\*\* Value stream mapping

\*\*\* Produção puxada

\*\*\*\* One piece flow

\*\*\*\*\* Total productive maintenance - TPM

\*\*\*\*\* Visual management

\*\*\*\*\* SMED - Single minute exchange of die

\*\*\*\*\* Takt time analysis

\*\*\*\*\* Gemba

Fonte: Autor

Dentre os 22 respondentes que implementaram “Somente *Lean*”,

Tabela 12 - Maturidade somente *lean*

|                    | frequência (Total 22) | %     |
|--------------------|-----------------------|-------|
| Baixo              | 4                     | 18,2% |
| Parcialmente baixo | 4                     | 18,2% |
| Médio              | 8                     | 36,4% |
| Parcialmente alto  | 4                     | 18,2% |
| Alto               | 2                     | 9,1%  |

Fonte: Autor

(27,3 %) relataram em sua auto avaliação, estar entre os níveis “Alto” e “Parcialmente alto” de maturidade, conforme verificado na tabela 12.

#### 4.6.2 Somente seis sigma

Nesta metodologia foi observado conforme indicado na tabela 13,

Tabela 13 - Ferramentas utilizadas em seis sigma.

|  | frequência * (Total 10) | %     |
|--|-------------------------|-------|
| Controle estatístico do processo                           | 7                       | 24,1% |
| Modos de falhas e análise dos efeitos *****                | 6                       | 20,7% |
| Análise de sistemas de medição **                          | 5                       | 17,2% |
| Repetitividade e Reprodutibilidade                         | 5                       | 17,2% |
| Desdobramento da função qualidade ***                      | 3                       | 10,3% |
| Análise de regressão                                       | 2                       | 6,9%  |
| Diagrama de controle de processos fornecedor cliente ***** | 1                       | 3,4%  |
| Projeto de experimentos ****                               | 0                       | 0,0%  |
| Métodos não-paramétricos                                   | 0                       | 0,0%  |
| Outro  | 0                       | 0,0%  |

\* Um respondente pode escolher mais de uma opção

\*\* *Measurement systems analysis - MSA*

\*\*\* *Quality function deployment - QFD*

\*\*\*\* *Design of experiments - DOE*

\*\*\*\*\* *Failure mode and effects analyses - FMEA*

\*\*\*\*\* *Suppliers, inputs, processes, outputs and customers - SIPOC*

Fonte: Autor

que “Controle estatístico de processo” é a principal ferramenta destacando-se com (24,1 %), seguido de (20,7 %) em “Modos de falha e análise dos efeitos”, (17,2 % em “Análise de sistemas de medição” e (17,2 %) em “Repetitividade e Reprodutibilidade”.

Entre os 10 respondentes que implementaram “Somente seis sigma” nas empresas que trabalham,

Tabela 14 - Maturidade seis sigma

|                    | frequência (Total 10) | %     |
|--------------------|-----------------------|-------|
| Baixo              | 0                     | 0,0%  |
| Parcialmente baixo | 2                     | 20,0% |
| Médio              | 3                     | 30,0% |
| Parcialmente alto  | 3                     | 30,0% |
| Alto               | 2                     | 20,0% |

Fonte: Autor

(50 %) encontram-se entre os níveis de maturidade “Parcialmente alto” e “Alto” de acordo com a tabela 14.

#### 4.6.3 *Lean* seis sigma

Dentre as ferramentas utilizadas em “*Lean* e seis sigma”, seguem dados na tabela 15.

Tabela 15 - Ferramentas utilizadas em *lean* e seis sigma.

|                             | frequência * (Total 43) | %     |
|-----------------------------|-------------------------|-------|
| Diagrama de Ishikawa **     | 35                      | 19,1% |
| 5 Porquês                   | 31                      | 16,9% |
| Gráfico de processos        | 31                      | 16,9% |
| Gráfico de Pareto           | 29                      | 15,8% |
| Histogramas                 | 27                      | 14,8% |
| Dispositivo anti-falhas *** | 22                      | 12,0% |
| Outro                       | 8                       | 4,4%  |

\* Um respondente pode escolher mais de uma opção

\*\* *Espinha de peixe*

\*\*\* *Poka-yoke*

Fonte: Autor

Destacamos o “Diagrama de Ishikawa” com (19,1 %), seguido de “cinco porquês” com (16,9 %), “Gráfico de processos” com (16,9%), e “Gráfico de Pareto” com (15,8 %) verificados na Tabela 15.

Nota-se alto nível de maturidade de *lean* e seis sigma nas companhias onde foi encontrado entre os 43 respondentes;

Tabela 16 - Maturidade *lean* e seis sigma

|                    | frequência (Total 43) | %     |
|--------------------|-----------------------|-------|
| Baixo              | 2                     | 4,7%  |
| Parcialmente baixo | 7                     | 16,3% |
| Médio              | 14                    | 32,6% |
| Parcialmente alto  | 7                     | 16,3% |
| Alto               | 13                    | 30,2% |

Fonte: Autor

(46,5 %) com nível de maturidade entre “Alto” e “Parcialmente alto” de acordo com a Tabela 16.

#### 4.7 DISCUSSÕES E IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

Podemos apresentar várias proposições gerais tendo como base as descobertas acima expostas. A primeira é que a metodologia *lean* tem uma modesta taxa de implementação, implementadas sozinha ou junto com seis sigma nas indústrias logísticas. A sistemática seis sigma é a menos popular entre as sistemáticas de melhoria e tende a ser implantada junto com *lean* na indústria logística. Isto porque os processos logísticos tratam principalmente de armazenamento e movimentação de produtos. Além disso, seis sigma tem uma abordagem focada em redução de variações de processos e defeitos em produtos, os quais não são as maiores preocupações dos profissionais de logística devido à ausência de transformações físicas requeridas nas operações logísticas. Também nas companhias de alto nível de serviço onde o método seis sigma se faz mais adequado para a redução de variações de *lead times*, os implementadores tendem a não implementar seis sigma sozinho, mas junto com *lean*.

A segunda proposição é que a principal razão para a não implementação das metodologias na indústria logística, é a falta de conhecimento para implementá-las.

Apesar deste motivo também ser o principal item para a não implementação na indústria de manufatura, na indústria logística é ainda maior. Isto provavelmente acontece porque, ambas *lean* e seis sigma têm origem na indústria de manufatura, desta forma os profissionais de manufatura têm maior exposição às metodologias do que os de logística.

A terceira proposição é que os benefícios e obstáculos para a implementação de *lean* e seis sigma são, em sua maioria, os mesmos para a indústria de logística e de manufatura. O principal benefício é a redução de custos, seguido por aumento do índice de produtividade, redução de tempos de ciclos e identificação e eliminação de desperdícios. A maioria das empresas (54,7 %) pode conseguir “Estimativas de lucro ou redução de custo” entre (1% a 6%), e as demais (45,3 %) ganhos acima de 7%, podendo inclusive ultrapassar (10 %). Os obstáculos mais comuns encontrados foram resistência à mudança e falta de conhecimento para implementar.

A quarta proposição é que o tamanho da companhia tem influência na probabilidade de implementação dos métodos enxutos no setor logístico. Embora se esperasse que o tamanho da companhia não afetasse a probabilidade de implementação (SNEE; HOERL, 2003) ou os benefícios de uma implementação YAWANDE; LASCOLA, (2006); (KUMAR; ANTONY; DOUGLAS, (2009), grandes empresas têm mais propensão de embarcar na jornada de implementação dos métodos porque têm mais conhecimento e também mais recursos.

Destas proposições podem derivar muitas implicações gerenciais para o desenvolvimento de *lean* e seis sigma em logística. Primeiro, os profissionais em logística devem acreditar nas metodologias enxutas porque seus princípios são certamente aplicáveis para melhoria nas operações logísticas. Considerando que a indústria logística tem margem de lucro baixa e alta competitividade (MIN; JOO, 2006), a redução de custo relatada neste estudo não são triviais. As empresas logísticas podem obter vantagens não só com redução de custos, mas também com melhoria no desempenho de entrega. Os profissionais em logística devem ter em mente que normalmente *lean* é melhor aplicado nas operações logísticas usuais, enquanto seis sigma é mais indicado para empresas de alto nível de serviço.

Segundo, existem mais oportunidades para implementação das metodologias nas pequenas e médias empresas do que nas grandes. Pequenas e médias empresas possuem baixa taxa de implementação devido à falta de conhecimento sobre a implementação dos métodos. Uma campanha de educação nas pequenas e

médias empresas poderá melhorar a taxa de implementação e conseqüentemente melhorar também os custos efetivos e os níveis de serviço.

Terceiro, a resistência à mudança não poderá ser vencida a menos que exista comprometimento e suporte por parte da alta gerência (JAYARAMAN; TEO, 2010), para sustentar um programa de longo prazo em *lean* e seis sigma, no qual a cultura de transformação e melhoria contínua seja absorvida profundamente pela cultura organizacional. Segundo NÄSLUNG, (2008,2013), o suporte gerencial e a cultura são os itens mais críticos. Também é necessário avaliar se a organização está preparada para iniciar uma jornada de implementação (SNEE, 2010). Se uma organização iniciou outros grandes projetos, não é recomendado iniciar a implementação de *lean* e seis sigma, pois estas metodologias consomem muitos recursos. Se os colaboradores não estiverem abertos para as mudanças, será crucial para a alta gerência, desenvolver o senso de urgência (KOTLER, 1996, 2008). Isto exige um bom planejamento e um cuidadoso gerenciamento de comunicação para ajudar os colaboradores a entender os motivos das modificações. Os treinamentos são essenciais para que o colaborador adquira os fundamentos mais relevantes e entenda porque a escolha de um método pode ser útil (Delgado *et al.*, 2010), isto reduzirá a resistência à mudança possibilitando iniciar projetos de longo prazo, recomenda-se iniciar os projetos de melhoria com pequenas melhorias. Projetos de sucesso normalmente é a melhor forma de mostrar que as metodologias funcionam e também definem claramente como devem ser conduzidas as implementações das metodologias. Assim sendo, as empresas logísticas devem iniciar pequenos projetos pilotos em sua jornada de implementação dos métodos enxutos, também neste momento é importante estabelecer métodos de medição financeiros e não financeiros (DELGADO; FERREIRA; BRANCO, 2010; JEYARAMAN; TEO, 2010), para que os colaboradores visualizem os benefícios conquistados e descartem suas descrenças nas sistemáticas de melhoria contínua.

Com o objetivo de ter uma visão global do estudo e seus resultados a tabela 17, elenca os resultados e os compara com outros estudos conforme segue:

Tabela 17- Comparativo entre pesquisas Autor x (Zhang *et al.*, 2016) x (KUMAR, ANTONY, DOUGLAS, 2009).

(continua)

|  |   | Autor | (Zhang et. al., 2016) | (KUMAR, ANTONY, DOUGLAS, 2009) |
|--|---|-------|-----------------------|--------------------------------|
| <b>Taxa de implementação</b>   | Nenhuma das citadas acima   | 39,0% | 62,5%                 | **                             |
|  | Lean seis sigma   | 27,5% | 21,9%                 | **                             |
|  | Somente Lean  | 14,3% | 15,6%                 | **                             |
|  | Outro tipo de metodologia   | 12,3% | *                     | **                             |
|  | Somente seis sigma  | 6,5%  | 0,0%                  | **                             |
| <b>Motivos pela não implementação</b>  | Falta de conhecimento para implementar  | 35,1% | 10,0%                 | 18,8%                          |
|  | Não havia certeza de que seria relevante para o negócio                                   | 22,1% | 40,0%                 | 14,1%                          |
|  | Falta de recursos   | 15,6% | 15,0%                 | 12,5%                          |
|  | Outro   | 14,3% | *                     | **                             |
|  | Problemas de custo  | 9,1%  | 5,0%                  | 10,9%                          |
|  | Nunca tinha ouvido falar  | 3,9%  | 50,0%                 | 10,9%                          |
| <b>Benefícios</b>  | Redução de custos   | 13,8% | 25,0%                 | **                             |
|  | Aumento no índice de produtividade  | 13,5% | 17,0%                 | **                             |
|  | Redução de tempos de ciclos   | 12,7% | 17,0%                 | **                             |
|  | Identificação e eliminação de desperdícios  | 12,7% | 15,0%                 | **                             |
|  | Melhoria no foco para identificação de causa raiz   | 10,7% | *                     | **                             |
|  | Melhoria em serviços ao cliente   | 8,9%  | *                     | **                             |
|  | Diminuição de variabilidade nos processos   | 8,4%  | *                     | **                             |
|  | Diminuição de defeitos em produtos e serviços   | 6,6%  | *                     | **                             |
|  | Melhoria no giro de estoque   | 6,3%  | 10,0%                 | **                             |
|  | Melhoria na desempenho de entrega   | 6,1%  | 17,0%                 | **                             |
| Outro  | 0,3%  | *     | **                    |                                |
| <b>Estimativa de lucro ou redução de custo</b>   | 1% a 3%   | 20,0% | 50,0%                 |                                |
|  | 4% a 6%   | 34,7% | 25,0%                 |                                |
|  | 7% a 9%   | 18,7% | 16,7%                 |                                |
|  | mais de 10%   | 26,7% | 8,3%                  |                                |
| <b>Obstáculos para implementação</b>   | Resistência a mudança   | 29,7% | 43,7%                 | **                             |
|  | Insuficiência de colaboradores treinados  | 18,4% | 6,3%                  | **                             |
|  | Falha em dar autonomia para as pessoas implementarem a metodologia                        | 15,2% | 6,3%                  | **                             |
|  | Os colaboradores não entendem o objetivo da implementação                                 | 14,6% | 31,3%                 | **                             |
|  | Falta de suporte da gerência  | 10,8% | 6,3%                  | **                             |
|  | Falta de recursos   | 10,1% | 6,3%                  | **                             |
|  | Outro   | 1,3%  | *                     | **                             |
| <b>Fatores que afetam a implementação avaliado estatisticamente através - <math>X^2</math> - test (teste qui quadrado)</b> | O <b>porte</b> da empresa afeta a tendência de adoção das metodologias Lean seis sigma ?  | Sim   | Sim                   | **                             |
| <b>Fatores que afetam a implementação avaliado estatisticamente através - <math>X^2</math> - test (teste qui quadrado)</b> | A <b>origem</b> da empresa afeta a tendência de adoção das metodologias Lean seis sigma ? | Sim   | *                     | **                             |
| <b>Fatores que afetam a implementação avaliado estatisticamente através - <math>X^2</math> - test (teste qui quadrado)</b> | A <b>setor</b> da empresa afeta a tendência de adoção das metodologias Lean seis sigma ?  | Sim   | *                     | **                             |

(conclusão)

|   |   |       |     |    |
|---|---|-------|-----|----|
| <b>Fatores que afetam a implementação avaliado estatisticamente através - X<sup>2</sup> - test (teste qui quadrado)</b> | O <b>porte</b> da empresa afeta a tendência de adoção das metodologias Lean seis sigma ?  | Sim   | Sim | ** |
| <b>Fatores que afetam a implementação avaliado estatisticamente através - X<sup>2</sup> - test (teste qui quadrado)</b> | A <b>origem</b> da empresa afeta a tendência de adoção das metodologias Lean seis sigma ? | Sim   | *   | ** |
| <b>Fatores que afetam a implementação avaliado estatisticamente através - X<sup>2</sup> - test (teste qui quadrado)</b> | A <b>setor</b> da empresa afeta a tendência de adoção das metodologias Lean seis sigma ?  | Sim   | *   | ** |
| <b>Principais ferramentas - Lean</b>  | 5S  | 16,1% | *   | ** |
|   | Kaizen  | 13,4% | *   | ** |
|   | Kanban  | 11,6% | *   | ** |
|   | Caminhada para eliminação de desperdícios   | 10,7% | *   | ** |
|   | Gerenciamento visual  | 9,8%  | *   | ** |
|   | Mapeamento da cadeia do valor   | 8,9%  | *   | ** |
|   | Análise de takt time  | 8,9%  | *   | ** |
|   | Fluxo de uma peça   | 7,1%  | *   | ** |
|   | Manutenção produtiva total  | 6,3%  | *   | ** |
|   | Troca rápida  | 6,3%  | *   | ** |
|   | Outro   | 0,9%  | *   | ** |
| <b>Principais ferramentas - Seis sigma</b>  | Controle estatístico do processo  | 24,1% | *   | ** |
|   | Modos de falhas e análise dos efeitos   | 20,7% | *   | ** |
|   | Análise de sistemas de medição  | 17,2% | *   | ** |
|   | Repetitividade e Reprodutibilidade  | 17,2% | *   | ** |
|   | Desdobramento da função qualidade   | 10,3% | *   | ** |
|   | Análise de regressão  | 6,9%  | *   | ** |
|   | Diagrama de controle de processos fornecedor cliente                                      | 3,4%  | *   | ** |
|   | Projeto de experimentos   | 0,0%  | *   | ** |
|   | Métodos não-paramétricos  | 0,0%  | *   | ** |
|   | Outro   | 0,0%  | *   | ** |
| <b>Principais ferramentas - Lean seis sigma</b>   | Diagrama de Ishikawa **   | 19,1% | *   | ** |
|   | 5 Porquês   | 16,9% | *   | ** |
|   | Gráfico de processos  | 16,9% | *   | ** |
|   | Gráfico de Pareto   | 15,8% | *   | ** |
|   | Histogramas   | 14,8% | *   | ** |
|   | Dispositivo anti-falhas ***   | 12,0% | *   | ** |
|   | Outro   | 4,4%  | *   | ** |
| <b>Maturidade somente lean</b>  | Baixo   | 18,2% | *   | ** |
|   | Parcialmente baixo  | 18,2% | *   | ** |
|   | Médio   | 36,4% | *   | ** |
|   | Parcialmente alto   | 18,2% | *   | ** |
|   | Alto  | 9,1%  | *   | ** |
| <b>Maturidade seis sigma</b>  | Baixo   | 0,0%  | *   | ** |
|   | Parcialmente baixo  | 20,0% | *   | ** |
|   | Médio   | 30,0% | *   | ** |
|   | Parcialmente alto   | 30,0% | *   | ** |
|   | Alto  | 20,0% | *   | ** |
| <b>Maturidade lean seis sigma</b>   | Baixo   | 4,7%  | *   | ** |
|   | Parcialmente baixo  | 16,3% | *   | ** |
|   | Médio   | 32,6% | *   | ** |
|   | Parcialmente alto   | 16,3% | *   | ** |
|   | Alto  | 30,2% | *   | ** |

\* Não avaliado por (Zhang et. al., 2016)

\*\* Não avaliado por (KUMAR, ANTONY, DOUGLAS, 2009)

Fonte : Autor

Através da tabela 17, podemos além de avaliar todos os dados obtidos pela pesquisa, comparar os mesmos com os estudos de Zhang *et al.*, (2016) e Kumar, Antony, Douglas, (2009).

## 5.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com relação aos objetivos globais propostos pelo estudo que visa gerar conhecimento nas metodologias enxutas em operações logísticas nas empresas nacionais seguem conclusões:

*Lean* e seis sigma são as metodologias robustas para a melhoria de processos. Elas têm sido amplamente adotadas na indústria de manufatura e saúde. Muitos pesquisadores e profissionais da área têm argumentado à favor de suas implementações, e defendem que seus princípios são aplicáveis para todas as indústrias. Logística é uma parte fundamental em uma cadeia de suprimento, e está inserida em um ambiente altamente competitivo, portanto precisam melhorar constantemente seu desempenho operacional para se manter no topo. Existem poucos casos de sucesso que relatam implementação de *lean* e seis sigma na indústria logística. Estes estudos não deixam claro como foram conduzidas estas implementações ou mesmo quais são as taxas de implementação, níveis de maturidade, similaridades e diferenças em suas implementações, no setor logístico em particular.

Desta forma esta pesquisa fornece várias contribuições:

- a) é uma pesquisa *survey* pioneira em *lean* seis sigma em logística no mercado brasileiro;
- b) disponibiliza conhecimento sobre implementação de *lean* e seis sigma na indústria logística;
- c) os benefícios e obstáculos para a implementação são em sua maioria os mesmos que os encontrados na indústria de manufatura;
- d) *lean* tem uma taxa de implementação maior que seis sigma, isto devido ao fato de que o objetivo da sistemática seis sigma é reduzir as variações de processos e defeitos, no entanto a maioria dos processos

logísticos opera com armazenamento e transporte de produtos e não alteração física de produtos;

- e) este estudo através de  $\chi^2$ -quadrado teste (qui-quadrado teste) mostra que empresas de grande porte, multinacionais e empresas do setor industrial tem maior propensão a implementação das metodologias enxutas;
- f) finalmente, este estudo disponibiliza *insights* sobre os fatores críticos de sucesso para implementação de *lean* e seis sigma nas operações logísticas.

Tendo em vista responder as três questões de pesquisa propostas pelo estudo seguem análises:

- a) para responder questão de pesquisa “a)”, a qual diz respeito a taxa de implementação das metodologias enxutas nas empresas logísticas brasileiras, e tem como objetivo quantificar a porcentagem de empresas que implementaram cada tipo de método seguem resultados; “Somente *Lean*” (14,3 %) seguido de, “*Lean* e seis sigma” (27,9 %), “Somente seis sigma” (6,5 %), “Nenhuma das citadas” (39,0 %) e finalmente “Outro tipo de metodologia” (12,3 %);
- b) em resposta a questão de pesquisa “b)” que verifica quais são os fatores que afetam a implementação seguem motivos; (35,1 %) dos não implementadores mencionaram “falta de conhecimento para implementar”, (22,1 %) “não havia certeza de que seria relevante para o negócio”, (15,6 %) “falta de recursos”. Isto sugere que a principal razão pela não implementação é a falta de conhecimento das metodologias na indústria logística. “Falta de recursos” (15,6 %) e “Problemas de custo” (9,1 %) não foram o principal motivo pela não-implementação;
- c) para a questão de pesquisa “c)” que tem como objetivo, encontrar os benefícios e dificuldades percebidos pelos implementadores durante a implementação seguem análises; dentre os benefícios, a pesquisa aponta como o principal, com (13,8 %) “Redução de custos”, seguido de (13,5 %) “Aumento de índice de produtividade”, (12,7 %) “Redução de tempos de ciclo” e (12,7 %) “Identificação e eliminação de

desperdícios”. Ainda destacando os benefícios, nota-se que (34,7 %) das empresas conseguiram “Estimativas de lucro ou redução de custo” entre (4% a 6%) esta faixa representa a maior dentre as quatro opções, seguidos de (26,7 %) com ganhos acima de (10 %), (20,0 %) com ganhos entre (1% e 3%) e finalmente (18,7 %) com ganhos entre (7% e 9%). Estes dados sugerem que a maioria das empresas (54,7 %) pode conseguir “Estimativas de lucro ou redução de custo” entre (1% a 6%), e as demais (45,3 %) ganhos acima de 7%, podendo inclusive ultrapassar (10 %). Com relação aos obstáculos encontrados durante a implementação, (29,7 %) dos respondentes mencionaram “Resistência a mudança”, seguido de (18,4 %) “Insuficiência de colaboradores”, (15,2 %) “Falha em dar autonomia para as pessoas implementarem a metodologia” e (14,6 %) “Os colaboradores não entendem o objetivo da implementação.

- d) para a questão “d)” que verifica se existe relação entre perfil da companhia (porte, origem e setor) e a capacidade desta em absorver lean e seis sigma, concluímos através da utilização da ferramenta estatística  $\chi^2$ -test (teste qui-quadrado), que o porte, a origem e o setor da companhia possuem relação com a capacidade de absorção de lean e seis sigma ou seja, empresas de grande porte, multinacionais e empresas do setor industrial possuem maior tendência em implementar as metodologias enxutas.

As limitações deste trabalho são o número baixo de amostras, relativo a baixa taxa de resposta entre os respondentes apenas (0,154 %). Embora seja considerado aceitável. Como ponto de melhoria seria desejável a aplicação do questionário a um número maior de companhias, para se obter uma maior base de dados e aumentar a significância da pesquisa, também no intuito de melhorar a avaliação de uma determinada companhia seria recomendável a avaliação de mais de um respondente por empresa.

Mesmo diante destas limitações, este trabalho tem implicações práticas e teóricas relevantes que poderão auxiliar nos estudos de implementação das melhorias contínuas.

Com relação a futuros estudos uma das propostas pode ser a análise dos resultados das empresas do setor logístico que não implementaram as metodologias *lean* e seis sigma tendo como base esta pesquisa, pois seria útil como comparativo uma vez que a taxa de não implementação é alta. Ainda para futuros estudos recomenda-se uma cobertura de área geográfica maior, para se obter mais amostras para análise, por exemplo nos países latino americanos. E por fim seria importante o desenvolvimento de uma metodologia de avaliação de maturidade *lean* e seis sigma especificamente direcionada as cadeias logísticas.

## REFERÊNCIAS

ANTONY, J. Reflective practice six sigma vs *Lean* Some perspectives from leading academics and practitioners, **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 60, n. 2, p. 185-190; 2011, <DOI: 10.1108/17410401111101494> acesso em 24/02/2019.

ANTONY, J.; ANTONY, F. J.; KUMAR, M.; CHO, B. R. Six Sigma in service organizations Benefits, challenges and difficulties, common myths empirical observations and success factor, **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 24, n. 3, p. 294-311; 2007, <DOI: 10.1108/02656710710730889> acesso em 24/02/2019.

ARNHEITER, E. D.; MALEYEFF, J. RESEARCH AND CONCEPTS The integration of *Lean* management and Six Sigma, **The TQM Magazine**, v. 17, n. 1, p. 5-18; 2005, <DOI: 10.1108/09544780510573020> acesso em 24/02/2019.

BURCHER, P. G.; LEE, G.L.; WADDELL, D. "Quality lives on": quality initiatives and practices in Australia and Britain, *The TQM Journal*, v. 22, n. 5, p. 487-498, 2010, <DOI: 10.1108/17542731011072838> acesso em 24/02/2019.

CHA, E. S; KIM, K. H.; ERLIN, J. A. Translation of scales in cross-cultural research issues and technics, **Journal of Advanced Nursing**, v. 54, n. 4, p. 386-395, 2007, <DOI: 10.1111/j.1365-2648.2007.04242.x > acesso em 24/02/2019.

CUDNEY, E.; ELROD, C. A. A comparative analysis of integrating *Lean* concepts into supply chain management in manufacturing and service industries. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 2, p. 5-22 n. 1; 2011, <DOI: 10.1108/20401461111119422 > acesso em 24/02/2019.

DAS, K. Integrating *Lean* systems in the design of a sustainable supply chain mode, **International Journal of Production Economics**, v. 198, p. 177-199; 2018, <DOI: 10.1016/j.ijpe.2018.01.003> acesso em 24/02/2019.

DELGADO, C; FERREIRA, M; BRANCO, M. C. The implementation of *Lean* six sigma in financial services organizations, **Journal of manufacturing technology management**, v. 21, n. 4, p. 512-523, 2010, <DOI: 10.1108/17410381011046616 > acesso em 24/02/2019.

DILLMAN, D. A. Mail and internet *surveys*: the tailored design method. **New York: John Wiley**, 2007, < ISBN-13: 978-0-470-03856-7> acesso em 24/02/2019 via <https://books.google.com.br>.

FORZA, C.; *Survey* in operation management: a process-based perspective, **International Journal of Operation & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002, <DOI: 10.1108/01443570210414310> acesso em 24/02/2019.

GODSBY, T. J.; MARTICHENKO, R. O. *Lean Six Sigma Logistic: Strategic Development to Operational Success*, **J. Ross Publishing, Inc., FI**; 2005, < ISBN 1-932159-36-3 > acesso em 24/02/2019 via <https://books.google.com.br>.

GURUMURTHY, G. N. A. *Leanness assessment: a literature review*, **International Journal of Operations & Production Management**, v. 36, p. 1115-1160; 2016, <DOI: 10.1108/IJOPM-01-2015-0003> acesso em 24/02/2019.

GUTIERRES, L. G.; LEEUW, S.; DUBBERS, R. Logistics services and *Lean Six Sigma* implementation: a case study, **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 7, n. 3, p. 324-342, 2016 <DOI: 10.1108/IJLSS-05-2015-0019> acesso em 24/02/2019.

HAIR, J. F. *et al.* Multivariate data analysis, 6. ed., **Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall**, 2009, <ISBN 0-13-032929-0> acesso em 24/02/2019. acesso em 24/02/2019 via <https://books.google.com.br>.

ISMYRLIS, V.; MOSCHIDIS, O. Six Sigma's critical success factor and toolbox. **International Journal of Six Sigma**, v. 4, n. 2, p. 108-117; 2013, <DOI: 10.1108/20401461311319310> acesso em 24/02/2019.

JEYARAMAN, K.; TEO, L. K. A conceptual framework for critical success factors of *Lean Six Sigma* Implementation on the performance of electronic manufacturing service industry, **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 191-215; 2010, <DOI: 10.1108/20401461011075008> acesso em 24/02/2019.

KOTTER, J.P., *A Sense of Urgency*, Harvard Business Press, Boston, MA, 2008, <ISBN-13:978-1-4221-7971-0> acesso em 24/02/2019 via <https://books.google.com.br>.

KOTTER, J.P., *Leading Change*, **Harvard Business Press, Boston, MA**, 1995, <<http://www.lighthouseconsultants.co.uk/wp-content/uploads/2010/08/Kotter-Leading-Change-Why-transformation-efforts-fail.pdf>> acesso em 24/02/2019 via <https://books.google.com.br>.

KUMAR, M. Critical success factors and hurdles to Six Sigma implementation: the case of a UK manufacturing SME, **Int. J. Six Sigma and Competitive Advantage**, v. 3, n. 4, p. 333-351, 2007, <DOI: 10.1504/IJSSCA.2007.017176> acesso em 24/02/2019.

KUMAR, M.; ANTONY, J.; DOUGLAS, A. Does size matter for six sigma implementation? Findings from the *survey* in UK SMEs, **The TQM Journal**, v. 21, n. 6, p. 623-635; 2009, <DOI: 10.1108/17542730910995882> acesso em 24/02/2019.

KUMAR, M; ANTONY, J; SINGH, R. K, TWARI; M. K.; PERRY, D. Implementing the *Lean Sigma* framework in an Indian SME: a case study, **Production Planning & Control**, v. 17, n. 4, p. 407-423; 2006, <DOI: 10.1080/09537280500483350 > acesso em 24/02/2019.

KWAK, Y. H.; AMBARI, F. T. Benefits, obstacles, and future of Six Sigma approach, **Technovation**, v. 26, n. 5-6, p. 708-715, 2006, <DOI: 10.1016/j.technovation.2004.10.003 > acesso em 24/02/2019.

- LAUREANI, A.; ANTONY, J. Leadership and *Lean Six Sigma*: a systematic literature review, **Total Quality Management & Business Excellence**, p. 1-29; 2019, <DOI: 10.1080/14783363.2017.1288565> acesso em 24/02/2019.
- LEE, M. F.; MEHLENBACHER, B. Technical writer/subject-matter expert interaction: The writer's perspective, the organizational challenge, *Technical Communication*, v .47, p. 544-552, 2000, [https://www.researchgate.net/profile/Brad\\_Mehlenbacher/publication/2432399\\_The\\_writer%27s\\_Perspective\\_the\\_Organizational\\_Challenge/links/09e415092b0241bb4c000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Brad_Mehlenbacher/publication/2432399_The_writer%27s_Perspective_the_Organizational_Challenge/links/09e415092b0241bb4c000000.pdf) >acesso em 24/02/2019.
- LESAT. LAI Enterprise self-assessment tool, Facilitator's Guide, **Massachusetts Institute of Technology (MIT)**, version 2,0, 2012, Disponível em <<https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/84694>>, acesso em 13/02/2019.
- LI, S.; RAO, S.S.; RAGU-NATAN, T. S; RAGU-NATAN, B. A. Development and validation of a measurement instrument for studying supply chain management practices. **Journal of Operations Management**, v. 23, p. 618-641; 2005, <DOI: 10.1016/j.jom.2005.01.002 > acesso em 24/02/2019.
- LIKER, K. J; MORGAN, J. M. The Toyota way in Services: The case of *Lean Product Development*. **Academy of Management**, v. 20, n. 2, p. 5-20; 2006, <DOI: 10.5465/AMP.2006.20591002> acesso em 24/02/2019.
- MIN, H; JOO, S. F.; Benchmarking the operational efficiency of third party logistics providers using data envelopment analysis, *Supply Chain Management : an international Journal*, v. 11, n. 3, p. 259-265, 2006, <DOI: 10.1108/13598540610662167> acesso em 24/02/2019.
- NÄSLUND, D. *Lean* and Six Sigma – critical success factor revisited, **International Journal of Quality and Services Sciences**, v. 5, n. 1, p. 86-100; 2013, <DOI: 10.1108/17566691311316266> acesso em 24/02/2019.
- NÄSLUND, D. *Lean*, six sigma, and *Lean sigma* : fads or real process improvement methods ?, **Business Process Management**, v. 14, n. 3. p. 269-287, 2008, <DOI: 10.1108/14637150810876634> acesso em 24/02/2019.
- NIGHTINGALE, D. J. Principles of Enterprise Systems, Massachusetts Institute of Technology (MIT), p. 1-15; 2009, Disponível em <https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/84550> > acesso em 24/02/2019.
- NIGHTINGALE, D. J.; MIZE, J. H. Development of a *Lean* Enterprise Transformation, Maturity Model, **IOS Press Content Library**, v. 3, n. 1, p. 15-30; 2002, Disponível em <https://content.iospress.com/articles/information-knowledge-systems-management/iks00047>.
- RAJE, P. Maturity model describes stages of six sigma evolution, ISIXSIGMA, Disponível em <<https://www.isixsigma.com/implementation/basics/maturity-model-describes-stages-six-sigma-evolution/>> acesso em 24/02/2019.

REVERE, L; BLACK, K; HUG, A. Research and concepts integrating six sigma and cqi for improving patient care, **The TQM Magazine**, v. 16, n. 2, p. 105-113, 2004, <DOI: 10.1108/09544780410522991 > acesso em 24/02/2019.

SALAH, S.; RAHIN, A; CARRETERO, J. A. Implementation of *Lean Six Sigma* (LSS) in supply chain management (SCM): an integrated management philosophy. **Int. J. Transitions and Innovation System**, v. 1, n. 2, p. 138-162; 2011, <DOI: 10.1504/IJTIS.2011.039622> acesso em 24/02/2019.

SHAH, R. ; WARD, P. T. *Lean manufacturing: context, practice, bundles, and performance*. **Jornal of Operations Management**, v. 21, p. 129-149; 2003, <DOI: 10.1016/S0272-6963(02)00108-0 > acesso em 24/02/2019.

SNEE, R. D. *Lean Six sigma – getting better all the time*, **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2010. <DOI: 10.1108/20401461011033130> acesso em 24/02/2019.

Snee, R.D.; Hoerl, R.W. *Leading Six Sigma – A Step by Step Guide Based on Experience at GE and Other Six Sigma Companies*, **FT Prentice-Hall**, NJ, 2003, < ISBN 0-13-008457-3 > , acesso em 24/02/2019 via <https://books.google.com.br>.

SREEDHARAN, R; SUNDER, V. M.; RAJU, R; Critical success factors of TQM, Six Sigma, *Lean and Lean Six Sigma: a literature review and key findings*, **Benchmarking: An International Journal**, v. 25, n. 9, p. 3479-3504, 2018, <DOI: 10.1108/BIJ-08-2017-0223 > acesso em 24/02/2019.

TORTORELLA, G. L.; MIORANDO, R.; MARODIN, G. *Lean Supply Chain Management: empirical research on practices, contexts and performance*, **International Journal of Production Economics**, v. 193, p. 98-112; 2017, <DOI: 10.1016/j.ijpe.2017.07.006> acesso em 24/02/2019.

WIKLUND, H.; WIKLUND, P. Widening the six sigma concept: approach to improve organization learning, **Total Quality Management**, v. 13, n. 2, p. 233-239; 2002, <10.1080/09544120120102469> acesso em 24/02/2019.

ZHANG, A.; LUO, W.; SHI, Y; CHIA, S. T.; SIM, Z. H. X. *Lean and Six Sigma in logistics: a pilot survey study in Singapore*, **International Journal of Operations & Production Management**, v. 36, n. 11, p. 1625-1643; 2016, <DOI: 10.1108/IJOPM-02-2015-0093> acesso em 24/02/2019.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

1 – Qual o cargo melhor reflete sua posição na empresa?

- a) Presidente
- b) Vice-presidente / Diretor
- c) Gerente
- d) Engenheiro
- e) Analista / Especialista
- f) Supervisor / Coordenador
- g) Outro (especifique)

2 – Qual a origem da empresa?

- a) Nacional
- b) Multinacional
- c) Outro (especifique)

3 – Qual é o porte da sua empresa?

- a) Microempresa (até 9 funcionários para empresas de Serviços e até 19 funcionários para Indústria)
- b) Pequeno Porte (de 10 a 49 funcionários para empresas de Serviços e de 20 a 99 funcionários para Indústria)
- c) Médio Porte (de 50 a 99 funcionários para empresas de Serviços e de 100 a 499 funcionários para Indústria)
- d) Grande Porte (acima de 99 funcionários para empresas de Serviços e acima de 499 funcionários para Indústria)

4 – Qual é o tempo que a empresa esta estabelecida no mercado?

- a) 0 a 5 anos
- b) 6 a 10 anos
- c) 11 a 20 anos
- d) 21 a 40 anos
- e) Mais de 40 anos

5 – Qual é o setor que melhor descreve a sua empresa?

- a) Operador Logístico
- b) Serviços Logísticos (Armazenagem, Transporte, Gestão de Frotas, Gestão de Riscos, etc.).
- c) Outros Serviços (Consultoria, Tecnologia de Informação (TI), Desenvolvimento de Software, etc.).
- d) Indústria
- e) Varejo
- f) e-Commerce
- g) Outro (especifique)

6 – Qual é o tipo de melhoria contínua utilizada pela empresa?

- a) Somente *Lean*
- b) Somente Seis sigma
- c) *Lean* e seis sigma
- d) Nenhuma das citadas acima (Nem *Lean*, nem seis sigma e nem *Lean* e Seis Sigma).
- e) Outro tipo de metodologia – (Especifique por gentileza)

7 – Quais os tipos de ferramentas adotadas em *Lean* na empresa?

- a) 5s
- b) Mapeamento da cadeia de valor (Value stream mapping)
- c) Kanban (produção puxada)
- d) Fluxo de uma peça (One piece flow)
- e) Manutenção produtiva total (Total productive maintenance – TPM)
- f) Gerenciamento visual (Visual management)
- g) Troca rápida (SMED)
- h) Análise de takt time (Takt time analysis)
- i) Caminhada para eliminação de desperdícios (Gemba)
- j) Kaizen
- k) Outro (especifique)

8 – Qual o grau de maturidade em *Lean* na empresa?

- a) Baixo
- b) Parcialmente baixo
- c) Médio
- d) Parcialmente alto
- e) Alto

9 – Quais os tipos de ferramentas adotadas em seis sigmas na empresa?

- a) Análise de sistema de medição (MSA)
- b) Desdobramento da função qualidade (QFD)
- c) Projeto de experimento (DOE)
- d) Métodos não paramétricos
- e) Análise de regressão
- f) Repetitividade e Reprodutibilidade
- g) Modos de falha e análise dos efeitos (FMEA)
- h) Diagrama de controle de processos fornecedor cliente (SIPOC)
- i) Controle estatístico do processo (CEP)
- j) Outro (especifique)

10 – Qual o grau de maturidade em seis sigmas na empresa?

- a) Baixo
- b) Parcialmente baixo
- c) Médio
- d) Parcialmente alto
- e) Alto

11 – Quais os tipos de ferramentas adotadas em *Lean* e seis sigmas na empresa?

- a) 5 porquês
- b) Diagrama de Ishikawa (Espinha de peixe)
- c) Gráfico de Pareto
- d) Histogramas
- e) Gráfico de processos
- f) Dispositivo anti-falhas (Poka-yoke)
- g) Outro (Especifique)

12 – Qual o grau de maturidade em *Lean* e seis sigma na empresa?

- a) Baixo
- b) Parcialmente baixo
- c) Médio
- d) Parcialmente alto
- e) Alto

13 – Quais foram os benefícios adquiridos pela empresa com a implementação da metodologia?

- a) Redução de tempos de ciclos
- b) Melhoria no desempenho de entrega
- c) Redução de custos
- d) Identificação e eliminação de desperdícios
- e) Aumento no índice de produtividade
- f) Diminuição de defeitos em produtos e serviços
- g) Melhoria no giro de estoque
- h) Diminuição de variabilidade nos processos
- i) Melhoria no foco para identificação de causa raiz
- j) Melhoria em serviços ao cliente
- k) Outro (especifique)

14 – Qual a estimativa de lucro ou redução de custo, obtida através da implementação da metodologia?

- a) 1% a 3%
- b) 4% a 6%
- c) 7% a 9%
- d) Mais de 10%

15 – Quais os principais obstáculos encontrados durante a implementação da metodologia?

- a) Insuficiência de colaboradores treinados
- b) Os colaboradores não entendem o objetivo da implementação
- c) Falha em dar autonomia para as pessoas implementarem a metodologia
- d) Falta de suporte da gerência
- e) Falta de recursos
- f) Resistência à mudança
- g) Outro (Especifique)

16 – Se nenhuma das metodologias foi implementada quais foram os motivos pela não implementação das mesmas?

- a) Falta de recursos
- b) Falta de conhecimento para implementar
- c) Não havia certeza de que seria relevante para o negócio
- d) Nunca tinha ouvido falar
- e) Problema de custo
- f) Outro (Especifique)