



ConBRepro

X CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



02 a 04
de dezembro 2020

A implementação do *Lean Seis Sigma* em pequenas e médias empresas: uma revisão bibliográfica dos últimos cinco anos

Rafaela Bianchi Castilho

Departamento de Ciências da Administração e Tecnologia - Universidade de Araraquara

José Camilo Barbosa

Departamento de Ciências da Administração e Tecnologia - Universidade de Araraquara

José Luís Garcia Hermosilla

Departamento de Ciências da Administração e Tecnologia - Universidade de Araraquara

Isabella Patrícia da Silva

Departamento de Ciências da Administração e Tecnologia - Universidade de Araraquara

Resumo: A utilização da metodologia *Lean Seis Sigma* já é uma prática frequente e que gera bons resultados nos processos quando tratamos de empresas de grande porte, o que aumenta ainda mais a concorrência enfrentada por empresas de médio e pequeno porte. A princípio acreditava-se que o *Lean Seis Sigma* era uma metodologia voltada apenas para empresas de grande porte em função de sua robustez. No entanto, na busca pela competitividade, as empresas de médio e pequeno porte têm sido adeptas à implementação desta metodologia em seus processos. Desta maneira, este estudo de caráter exploratório consiste em uma revisão bibliográfica da literatura, e tem como objetivo, é realizar uma investigação bibliográfica sobre a implementação e adoção da metodologia *Lean Seis Sigma* por empresas de média e pequeno porte nos últimos 5 anos. A revisão da literatura envolveu um total de 17 trabalhos, compreendidos entre os anos de 2015 a 2020, que abordam sobre o tema. A revisão da literatura proporcionou a identificação dos principais fatores críticos de sucesso para o *Lean Seis Sigma*, as barreiras presentes no processo de implementação, bem como métodos e ferramentas mais utilizados por PMEs para implementar a metodologia nos últimos cinco anos. Além disso, esta revisão mostrou estratégias e diretrizes que favorecem a implementação do *Lean Seis Sigma* nestas empresas e também os resultados que o *Lean Seis Sigma* apresentou nos processos produtivos de PMEs.

Palavras-chave: *Lean Seis Sigma*, PMEs, Implementação, Fatores Críticos, Barreiras

The implementation of *Lean Six Sigma* in small and medium enterprises: a literature review of the last five years

Abstract: The use of the *Lean Six Sigma* methodology is already a frequent practice and generates good results in the processes when dealing with large companies, which increases even more the

competition faced by medium and small companies. At first it was believed that Lean Six Sigma was a methodology focused only on large companies because of its robustness. However, in the search for competitiveness, medium and small companies have been adept at implementing this methodology in their processes. Thus, this exploratory study consists of a bibliographic review of the literature, and its objective is to conduct a bibliographic investigation on the implementation and adoption of the Lean Six Sigma methodology by medium and small companies in the last 5 years. The literature review involved a total of 17 works, ranging from 2015 to 2020, which address the subject. The literature review provided the identification of the main critical success factors for Lean Six Sigma, the barriers present in the implementation process, as well as methods and tools most used by SMEs to implement the methodology in the last five years. In addition, this review showed strategies and guidelines that favor the implementation of Lean Six Sigma in these companies and also the results that Lean Six Sigma presented in the productive processes of SMEs.

Keywords: *Lean Six Sigma*, SMEs, Implementation, Critical Factors, Barriers

1. Introdução

A globalização, a existência de novas tecnologias e a exigência dos clientes por produtos de qualidade têm influenciado cada vez mais a competitividade entre as organizações. Neste ambiente competitivo, a pressão em busca por melhorias no desempenho é constante e as organizações, mais do que nunca, esforçam-se para apresentar ao mercado uma boa performance. Diante deste contexto, as empresas de médio e pequeno porte (PMEs) têm sido confrontadas com uma concorrência feroz, sendo forçadas a racionalizar seus recursos e melhorar a eficácia de toda a organização (MOYA *et al.*, 2018; ALEXANDER *et al.*, 2019; IYEDE *et al.*, 2018). Para garantir a eficiência de seus processos, as PMEs consideram introduzir estratégias organizacionais e de manufatura, como o *Lean Seis Sigma* (LSS).

O LSS tornou-se popular na última década, uma vez que tem sua aplicação atrelada ao conceito de melhoria contínua, sendo uma estratégia relevante para a construção de vantagem competitiva da empresa (ANTONY *et al.*, 2005; MOYA *et al.*, 2018).

O LSS é um conceito voltado para a melhoria contínua, que tem como objetivo a otimização de processos por meio da redução da variação e dos desperdícios, sendo a fusão de duas metodologias poderosas, o *Lean Manufacturing* e o Seis Sigma. O *Lean Manufacturing* visa a minimização dos custos por meio da eliminação dos desperdícios e do tempo de ciclo. Já o Seis Sigma é focado em reduzir a variabilidade e melhorar o desempenho do processo (ADIKORLEY *et al.*, 2017; ALEXANDER *et al.*, 2019; RAVAL *et al.*, 2017).

A aplicação da metodologia LSS em PMEs tem gerado resultados positivos, como a redução considerável nos custos, na variabilidade, no aumento da qualidade dos processos e a elevação do nível sigma da empresa (PANAYIOTOU *et al.*, 2020; SODHI *et al.*, 2020; SHOKRI, 2019).

No entanto, há um número limitado de estudos abordando a implementação do LSS em PMEs, havendo a necessidade de mais investigação sobre a aplicação desta metodologia nestas empresas (ANTONY *et al.*, 2017; STANKALLA *et al.*, 2018).

Desta maneira, esta pesquisa tem como objetivo revisar a literatura tratando da implementação da metodologia LSS em PMEs nos últimos 5 anos, a fim de extrair conclusões que podem ser úteis para estas empresas. A abordagem metodológica empregada nesta pesquisa consiste na revisão bibliográfica da literatura.

As próximas seções irão tratar sobre a metodologia LSS, abordando brevemente sobre o *Lean Manufacturing*, o Seis Sigma, e sobre sua utilização em PMEs. Também será apresentada a análise dos materiais bibliográficos levantados nesta revisão, onde as informações pertinentes a esta pesquisa encontram-se dispostas em um quadro.

2. Revisão Bibliográfica

2.1. *Lean manufacturing*, Seis Sigma e *Lean Seis Sigma*

O *Lean Manufacturing*, também conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP) e Produção Enxuta (PE), teve sua origem no Japão na década de 50, após a Segunda Guerra Mundial, em um período de grande restrição econômica (OLIVEIRA *et al.*, 2018; LOPES, 2019).

O *Lean Manufacturing* se baseia em dois pilares, Just in time (JIT) e autonomia. O (JIT) significa produzir apenas o necessário, em quantidade necessária e somente quando for necessário. A autonomia, ou também chamado de Jidoka, permite a observação imediata de um problema na produção, e com isso se torna possível parar a produção em qualquer momento. A aplicação da metodologia *Lean Manufacturing* consiste em cinco etapas que começam com a identificação do valor. Quando isto é feito, os próximos passos são mapear o fluxo de valor, criar fluxo contínuo, estabelecer a produção puxada e finalmente buscar a perfeição. O objetivo é remover atividades sem valor ao processo (RIBEIRO, 2018; ALEXANDER *et al.*, 2019).

A metodologia Seis Sigma é uma metodologia bem disciplinada voltada para a melhoria de processos através da redução da variabilidade (RAVAL *et al.*, 2017). O Seis Sigma tem três abordagens: a primeira é a medida estatística de variação que resulta em 3 ou 4 defeitos por milhões; a segunda define a estratégia de gestão que permite a organização obter custos menores; a terceira, que é uma metodologia de solução de problemas que possibilita a eliminação da causa raiz dos defeitos (GUERRERO *et al.*, 2019). A metodologia do Seis Sigma é muito estruturada e, quando o objetivo é a melhoria de um processo, utiliza um método de cinco etapas, conhecido como DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar) (ALEXANDER *et al.*, 2019).

Como resultado da evolução das metodologias *Lean* e Seis Sigma, foi criada uma metodologia híbrida, o *Lean Seis Sigma* (LSS). A metodologia *Lean Seis Sigma* surgiu na década de 1990, combinando os princípios do *Lean Manufacturing* e as técnicas e ferramentas do Seis Sigma. Estas duas metodologias são complementares e tornam-se uma poderosa ferramenta para eliminar desperdícios e variações de processo e melhorar a eficácia da organização (GRUDOWSKI *et al.*, 2015; LANDE *et al.*, 2016; HANAFI *et al.*, 2019).

2.2. *Lean Seis Sigma* em PMEs

As PMEs possuem uma importância estratégica no crescimento econômico devido a sua considerável contribuição em termos de produção, vendas e desenvolvimento, além disso, atuam como fornecedores de grandes organizações, tendo uma forte participação em mercados locais, podendo alcançar um faturamento anual de R\$ 4,8 milhões a R\$ 300 milhões. No Brasil, podem ser consideradas PMEs, empresas do setor industrial que possuem até 499 funcionários, e até 99 funcionários em empresas de comércio e serviço (ALEXANDER *et al.*, 2019; RIBEIRO, 2018).

Com a globalização, as PMEs estão em um ambiente muito dinâmico, ficando sujeitas a mudanças rápidas no contexto empresarial, clientes cada vez mais exigentes, o que gera um ambiente ainda mais competitivo, o que obriga as PMEs a racionalizar seus recursos e buscar a melhoria de sua eficiência. Desta forma, a adoção de metodologias como o *Lean Seis Sigma* tem se tornado uma alternativa para o ganho de competitividade (ALEXANDER *et al.*, 2019; MOYA *et al.*, 2018). Profissionais e pesquisadores, que concordam que a metodologia *Lean Seis Sigma* não se destina apenas para as grandes corporações ou empresas de manufatura, mas também pode ser aplicada em empresas de diversos segmentos que identificam problemas em seus processos, incluído as PMEs (SHOKRI, 2019; ADIKORLEY *et al.*, 2017).

Antony *et al.*, (2017), mostra em seus estudos que a aplicação do *Lean Seis Sigma* em PMEs apresentou resultados positivos em relação ao desempenho e redução de custos das empresas. Contudo, Moya *et al.*, (2018) afirma que outros autores estudaram a iniciativa do *Lean* ou *Lean Seis Sigma* em PMEs e concluíram que os resultados esperados não são alcançados em função das barreiras que as PMEs apresentam à implementação do *Lean Seis Sigma*.

Desta maneira, é inegável que o LSS leva ao aumento da produtividade, no entanto é comum as PMEs apresentarem dificuldades na mobilização dos recursos necessários para a implementação dessa metodologia. Apesar das dificuldades, é possível implementar a metodologia LSS nestas empresas (MASON *et al.*, 2015; MOYA *et al.*, 2018).

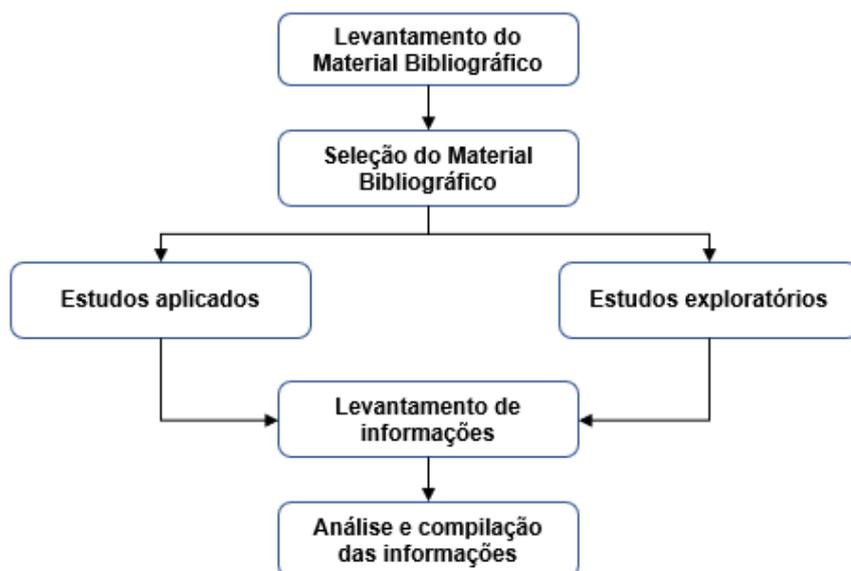
3. Metodologia

Esta é uma pesquisa de natureza qualitativa e caráter exploratório, consistindo na revisão bibliográfica da literatura sobre a aplicação e implementação do LSS em PMEs ao longo dos últimos cinco anos. Turrioni e Mello (2012) afirmam que a revisão da literatura se baseia na visão crítica da literatura já existente. A revisão de literatura identifica e organiza os conceitos encontrados em trabalhos relevantes, tendo como objetivo captar o estado-da-arte de um campo do conhecimento (ROWLEY e SLACK, 2004).

Para a execução desta pesquisa, foram buscados por materiais científicos compreendidos entre 2015 até o presente momento, que tratam da aplicação do LSS em PMEs. Para a busca e seleção dos artigos, foram utilizadas as palavras-chaves “*Lean Seis Sigma*”, “PMEs”, “Implementação” e “Fatores críticos” e “Barreiras” nas bases de dados Emerald Publishing Limited, e Google Acadêmico. Os artigos foram selecionados em função da sua compatibilidade com o escopo desta pesquisa, totalizando na seleção de 17 trabalhos para compor esta pesquisa. Após a fase de busca e seleção, iniciou-se a fase de análise e compilação dos dados e informações contidos no material científico, para a construção da revisão bibliográfica.

A Figura 1 mostra todo processo executado para realizar a revisão bibliográfica da literatura.

Figura 1 – Procedimentos para a execução da revisão bibliográfica



Fonte: Autoria própria

4. Resultados

Estudos voltados para a implementação da metodologia LSS em PMEs, embora ainda seja um pequeno número quando comparado com estudos tratando do uso da metodologia em grandes empresas, vem ganhando espaço no meio científico nos últimos anos.

Os estudos que tratam do LSS em PMEs, e que fazem parte desta revisão bibliográfica, consistem estudos de casos, em também em revisões da literatura. Grudowski *et al.*, (2015), He (2016), Panayiotou *et al.*, (2020) e Iyede *et al.*, (2018) realizaram estudos exploratórios sobre a adoção da metodologia por PMEs em países, como a França, a Polônia, a China, na Irlanda e também no continente Europeu.

Já os estudos de Lande *et al.*, (2016) e Stankalla *et al.*, (2018) realizaram estudos que envolvem a análise de fatores críticos de sucesso para a implementação da metodologia em PMEs. Seguindo esta linha, Alexander *et al.*, (2019) e Gaikwad *et al.*, (2020), realizaram pesquisas envolvendo as barreiras que as PMEs enfrentam ao longo do processo de implementação da metodologia.

Por outro lado, Vinodh (2016), Adikorley *et al.*, (2017), Ghaleb *et al.*, (2017), Shokri (2019) e Sodhi *et al.*, (2019) apresentaram estudos de caráter aplicado, onde mostram a implementação da metodologia em PMEs, ferramentas e métodos utilizados, e os resultados alcançados ao final do processo de implementação.

A revisão da literatura direcionada a implementação do LSS em PMEs abrange diversos aspectos, permitindo identificar fatores que estão presentes e influenciam no processo de implementação da metodologia, tais como os métodos e ferramentas mais comuns e utilizados, os principais fatores críticos e barreiras, e também quais são os segmentos mais comuns à implementação. Além disso, foi possível observar quais foram os resultados alcançados por PMEs que conseguiram implementar a metodologia. O Quadro 1, mostra a relação de autores e seus respectivos estudos utilizados para compor esta revisão. O Quadro 1 está dividido em métodos e ferramentas, barreiras e fatores críticos, e os principais resultados e conclusões.

Quadro 1 – Estudos e suas tratativas sobre a implementação da metodologia LSS em PMEs

Autor	País de origem	Segmento	Métodos e Ferramentas	Principais barreiras e fatores críticos	Principais resultado e conclusões
Grudowski <i>et al.</i> , (2015)	França e Polônia			Falta de especialistas qualificados; falta recursos financeiros; Apoio de universidades;	A implementação da metodologia LSS em PMEs da França e da Polônia dispõem de programas de apoio; Necessidade de um modelo de implementação adaptado para este tipo de empresa; Eficiência na aplicação de ferramentas do <i>Lean</i> e rejeição em ferramentas do Seis Sigma.
He (2016)	China			Barreiras: baixa popularidade do LSS em PMEs; Custo da implementação; Subestimar a importância da qualidade nos processos. Fatores Críticos: compromisso da gerência; liderança; conhecimento da metodologia; treinamento; infraestrutura; reconhecer o trabalho dos colaboradores; gerenciamento de projetos.	A implementação do LSS se dividiu em duas fases: primeiro acontece a implementação do <i>Lean Manufacturing</i> e depois, a implementação do Seis Sigma e do LSS. A metodologia trouxe benefícios como o aumento da capacidade produtiva, a redução de defeitos, a redução de estoque e a taxa de utilização dos funcionários.
Lande <i>et al.</i> , (2016)	Índia			Liderança; Conhecimento da metodologia; Comunicação; Treinamento; Mudança de Cultura; Sistema de medição; Controle de inventário; Gestão de processos; Projeto do produto; Relacionamento; Planejamento estratégico da qualidade; Benchmarking	Foi observado que os fatores críticos de sucesso de identificados na Índia são semelhantes ao de outros países. A priorização dos fatores críticos identificados pode ser considerada significativa em diferentes países e utilizados em

Autor	País de origem	Segmento	Métodos e Ferramentas	Principais barreiras e fatores críticos	Principais resultado e conclusões
				Satisfação e recompensa dos funcionários; Satisfação do cliente; Comprometimento da gerência.	diferentes configurações e economias.
Vinodh (2016)	Índia	Componentes automotivos	DMAIC; Mapeamento do processo; SIPOC; VSM; Diagrama de Ishikawa; Diagrama de Pareto; Gráfico de capacidade do processo; Gráfico de controle	Comprometimento da gerência	Aumento da produção diária e no OEE da empresa; redução de 50% de defeitos por unidade, redução do tempo o ciclo, do lead time e do tempo de troca de ferramentas.
Adikorley <i>et al.</i> , (2017)	Estados Unidos	Têxtil	DMAIC; FMEA; Mapeamento do processo; Diagrama de Ishikawa	Apoio da gerência; treinamento.	Aumento dos níveis sigmas dos processos; Redução dos desperdícios.
Figueiredo (2017)	Brasil	Calçadista		Apoio da gerência; Estrutura organizacional; Liderança; Comunicação; Mudança de Cultura; Foco no cliente; Envolvimento do RH; Gestão de Projetos; Disponibilidade de recursos financeiros; Vincular o LSS a estratégia de negócio; Parceria com fornecedores; Treinamento; Gerenciamento de processos Equipe de trabalho multifuncional	Diretrizes propostas: Desenvolver e manter uma filosofia de longo prazo; Focar no cliente; Utilizar sistemas puxados (JIT); Criar a cultura da melhoria contínua; Desafiar e respeitar a rede de parceiros e fornecedores; Desenvolver líderes, pessoas e equipes; utilizar ferramentas do LSS; Reduzir variabilidade; Perfeição de produtos, processos e serviços; Eliminar desperdícios.
Ghaleb <i>et al.</i> , (2017)	Egito	Cimenteira	DMAIC; Diagrama de Ishikawa; SIPOC; Gráfico de capacidade de processo; VSM.		Redução do tempo de preparação em 4,57%; Aumento da produção anual em 4,25% e do nível sigma de 3,91 para 4,00; economia de US\$ 21.682,61 ao ano.
Iyede <i>et al.</i> , (2018)	Irlanda		5S; FMEA; Diagrama de Ishikawa; Padronização do trabalho; Diagrama de Pareto; 5 Porquês; VSM.	Fatores críticos: Mudança de cultura; Conhecimento da metodologia; Treinamento; Integração da metodologia com a estratégia de negócio; Compromisso da gerência; Barreiras: falta de suporte da gerência; falta de priorização do projeto de melhoria e o custo da implementação.	O LSS produziu resultados positivos quando devidamente implementado.
Moya <i>et al.</i> , (2018)	Chile e França			Liderança; Foco no cliente; Medição e controle; Gestão de fornecedores; Gestão da Informação; Carteira de Projetos; Comprometimento dos colaboradores; Gestão da Qualidade; <i>Just in Time</i> ; Capacidade financeira;	Para a implementação bem sucedida do LSS nas PMEs devem ser considerados cinco principais fatores: Relações externas; Recursos Humanos; Gestão de Projetos; Estratégia e Gestão de Processos.
Ribeiro, (2018)	Brasil	Fabricação de Bicicletas	DMAIC; PDCA; Fluxograma; VSM; Diagrama de Pareto; 5 porquês.	Treinamento; Comunicação; Liderança; Competência em LSS; Comprometimento da gerência; Vincular o LSS com a estratégia de negócio, aos clientes e aos fornecedores; Infraestrutura; Gestão e seleção de Projetos; Cultura organizacional; Reconhecimento do trabalho	Desenvolvimento e simulação de um modelo para a implementação do LSS baseado em fatores críticos.
Stankalla <i>et al.</i> , (2018)	República Tcheca			Liderança; Conhecimento da metodologia; Infraestrutura; Mudança de Cultura; Gestão de projetos; Comunicação; Vincular à estratégia comercial, ao cliente, aos fornecedores e aos recursos humanos; Comprometimento	Os fatores críticos identificados são relevantes para o sucesso da implementação do LSS independentemente do tamanho da organização.

Autor	País de origem	Segmento	Métodos e Ferramentas	Principais barreiras e fatores críticos	Principais resultados e conclusões
				da gerência; Priorização de projetos	
Alexander <i>et al.</i> , (2019)	Escócia		Diagrama de Ishikawa; VSM; Diagrama de Pareto; Gráfico de Controle; 5S; Mapeamento de Processo; ANOVA; Poka Yoke; Kaizen; SMED; TPM; Gráfico de capacidade do processo; Teste de Hipóteses.	Falta de tempo e recursos; Resistência a mudança; Falta de liderança; Falta de roteiro para a implementação; Falta de; Falta de compromisso da gerência; Falta de apoio; Falta de estrutura organizacional; Falta de treinamento; Falta de alinhamento do projeto com a estratégia da empresa; Líderes inadequados; Falta de demonstrar resultados; Falta de capacidade.	As PMEs precisam ser desenvolvidas de forma a reconhecer o ambiente em que operam. A infraestrutura para as PMEs que melhor facilita a implantação do LSS precisará ser considerado levando em conta a falta de recursos que as PMEs têm.
Shokri (2019)	Inglaterra	Componentes automotivos.	DMAIC; SIPOC; CTQ Diagrama de Pareto; Gráfico de controle Diagrama de Ishikawa.	Cultura organizacional	Impactos significativos na produção e nos custos da empresa; Redução da taxa de desperdícios; aumento do nível sigma, de 3,65 para 3,85; Economia de £98.000 por ano.
Sodhi <i>et al.</i> , (2019)	Índia	Fundição	DMAIC; SIPOC; VSM; 5S; Diagrama de Pareto; Histograma; Fluxograma.		Redução na rejeição de peças, de 18% a 5%; Redução de retrabalho, de 34% para 7%.
Sodhi <i>et al.</i> , (2020)	Índia		CTQ; mapeamento de processo; VSM; 5S; Identificação da causa raiz.		Desenvolvimento de um modelo de implementação do LSS para qualquer organização de manufatura para redução de desperdícios.
Gaikwad <i>et al.</i> , (2020)	Índia			Falta de recursos e tempo; Falta de apoio da gerência; Resistência a mudança; Falta de treinamento; Falta de consultores; Dificuldade em analisar os processos; Falta de comunicação; Risco de interrupção das operações; Falta de colaboração de fornecedores; Falta de consciência dos benefícios	Identificação de estratégias para superar barreiras impostas na implementação do LSS em PMEs indianas. A gestão eficaz é a principal estratégia para superar estas as barreiras.
Panayiotou <i>et al.</i> , (2020)	Europa		DMAIC; SIPOC; 5S; FMEA; Mapeamento de processo; CTQ; ANOVA; Histograma; Diagrama de Pareto; 5 porquês; Diagrama de Ishikawa; Gráfico de Controle		O LSS é apropriado para a maioria dos setores, pois ajuda na redução de custos e na melhoria da qualidade; O setor de manufatura é o mais típico devido a sua natureza repetitiva e as especificações bem definidas.

Fonte: Autoria própria

Analisando o material bibliográfico acerca do tema, é perceptível que a adoção do LSS por PMEs e os estudos sobre esta metodologia abrange uma grande diversidade geográfica, tendo a maior concentração de estudos na Índia. Foram apresentados casos da implementação do LSS em PMEs indianas que alcançaram bons resultados com o uso desta metodologia, como apresentado por Vinodh (2016) e Sodhi *et al.*, (2019) em seus estudos de caso.

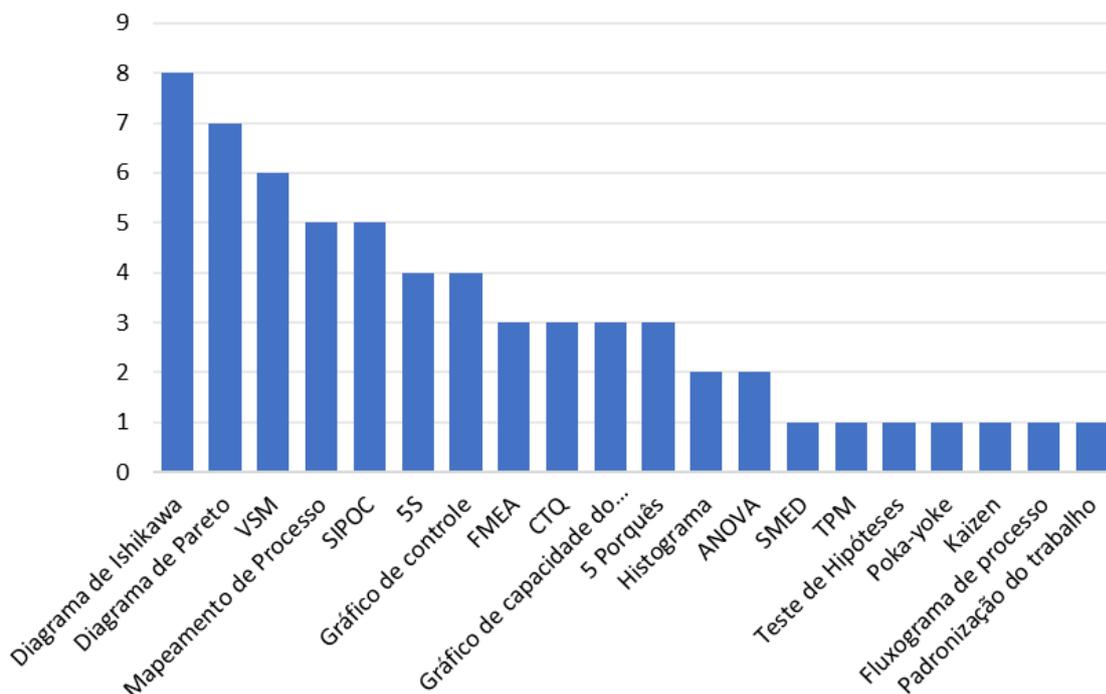
Em relação ao segmento das empresas, percebe-se que a adoção desta metodologia atinge diversos ramos e segmentos, indo desde a produção de componentes automotivos até a fabricação têxtil e calçadista. Apesar da diversidade de segmentos, foi observado que todos os casos desta revisão tratam de empresas de manufatura o que resulta em um déficit de estudos a respeito da implementação do LSS em PMEs no ramo de prestação de serviços. Panayiotou *et al.*, (2020) afirma em seu estudo que o setor de manufatura pode ser mais propício à implementação em função de sua natureza repetitiva e de sua tangibilidade.

Analisando PMEs de manufatura que implementaram a metodologia LSS em seus processos, foi observado que todas elas apresentaram resultados positivos após a implementação. Os resultados são notados, principalmente, no que diz respeito à redução de desperdícios e no aumento da produtividade, o que consequentemente provoca a diminuição dos custos e aumento da lucratividade, e também, o aumento do nível sigma da empresa em questão.

Outra observação a ser feita em relação à implementação da metodologia LSS em PMEs é sobre quais são os métodos e as ferramentas mais utilizados para a concretização da metodologia nas empresas. A utilização do método DMAIC foi quase que unânime em todos os casos (considerando tanto casos aplicados, quanto estudos bibliográficos). O Gráfico 1 mostra as técnicas e ferramentas mais utilizadas no processo de implementação da metodologia vinculadas ao método DMAIC, e seu número de ocorrências de 2015 até o momento.

Observa-se que as ferramentas mais utilizadas não necessitam de um conhecimento técnico ou estatístico muito aprofundado, como é o caso dos Diagramas de Ishikawa e de Pareto, e o VSM (*Value Stream Mapping*) o que pode tornar a implementação mais fácil quando se prioriza este tipo de ferramentas, uma vez que conhecimento da metodologia e de suas ferramentas e técnicas é um dos principais fatores críticos para a implementação da metodologia.

Gráfico 1 – Técnicas e ferramentas do LSS utilizadas de 2015 a 2020



Fonte: Autoria própria

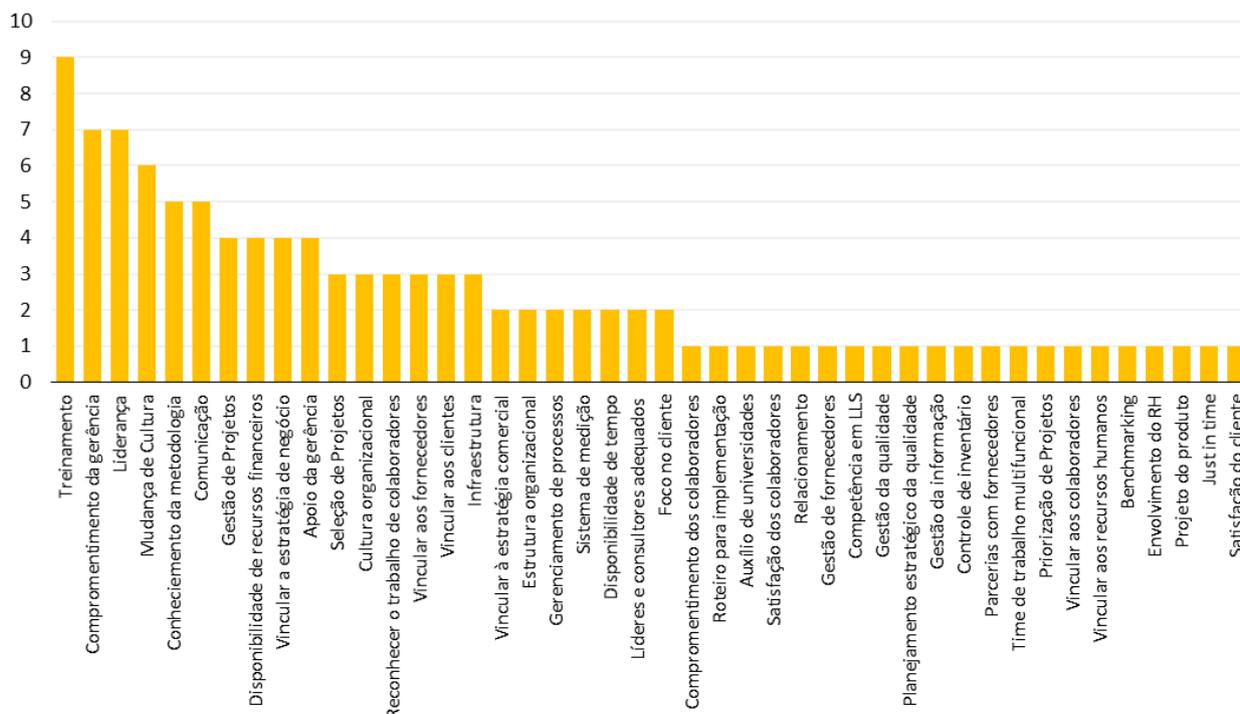
A literatura revelou um total de 44 fatores críticos que devem ser considerados também quando se trata do sucesso da implementação dos LSS em PMEs. Dentre os fatores críticos, os mais citados entre os autores são: o treinamento na metodologia LSS, o comprometimento da gerência e a liderança.

Panayiotou *et al.*, (2020) defendem que as organizações devem fornecer treinamentos para os colaboradores para garantir que a mentalidade LSS se difunda para todos os membros da organização. Em relação ao comprometimento da gerência, Vinodh (2016) afirma que antes de implementar a metodologia, é necessário garantir o comprometimento e a

participação da alta administração, pois cabe à alta gerência ter o compromisso de trazer melhorias para os processos. A liderança também é um fator considerado crítico para implementação do LSS. Moya *et al.*, (2018) ressaltam que o estilo de liderança facilita o desenvolvimento do projeto e alcançar os objetivos da organização.

O Gráfico 2 revela todos os fatores críticos identificados ao longo desta revisão bibliográfica e a frequência com que apareceram.

Gráfico 2 – Fatores críticos para a implementação do LSS em PMEs



Fonte: Autoria própria

Tratando de fatores críticos, Lande *et al.*, (2016) identificou os fatores críticos de sucesso comuns na Índia, e observou que estes fatores críticos se assemelham aos fatores dos outros países. Esta revisão da literatura mostra que existe essa semelhança entre os fatores críticos de outros países, onde demais autores identificaram os mesmos fatores críticos. No Brasil, Ribeiro (2018) desenvolveu um modelo de implementação levando em consideração os fatores críticos.

Além dos fatores críticos, foram identificadas as principais barreiras enfrentadas por PMEs na implementação da metodologia em seus processos, que são: a falta de recursos para a implementação, o custo da implementação, a falta de suporte e apoio da gerência, a falta de conhecimento da metodologia, a falta de liderança e a resistência à mudança. Em seus estudos sobre as barreiras existentes na implementação do LSS, Gaikwad *et al.*, (2020), identificou estratégias que podem auxiliar as PMEs a superar tais barreiras. Estas estratégias estão relacionadas a uma gestão eficaz da empresa, a seleção adequada de pessoas para realizar treinamentos na metodologia, a seleção de ferramentas e técnicas adequadas para o projeto, à estratégia comercial e ao planejamento da empresa, e a relação com os fornecedores. Da mesma maneira, Figueiredo (2017), apresentou diretrizes para implementar a metodologia LSS. Algumas destas diretrizes também estão relacionadas que estão relacionadas ao desenvolvimento dos colaboradores, aos fornecedores e também à utilização de ferramentas.

Analisando as barreiras para a implementação do LS, pode-se notar que as barreiras são compatíveis com os fatores críticos, ou seja, os fatores críticos estão relacionados com as

barreiras. Os estudos de Alexander *et al.*, (2019) e Gaikwad *et al.*, (2020), identificou como algumas barreiras a falta de apoio da gerência, a resistência a mudança e a falta de treinamento. Olhando como como fatores críticos, temos o apoio e o comprometimento da gerência, a cultura de mudança e o treinamento. Desta maneira, a literatura mostrou que as barreiras à implementação podem ser vistas como a versão de “negação” dos fatores críticos.

5. Conclusão

Este estudo se tratou de uma revisão da literatura abordando como tema a implementação da metodologia LSS em PMEs, no período de 2015 até o momento atual. Esta revisão proporcionou a análise e observação de aspectos que estão presentes no processo de implementação da metodologia, como métodos, ferramentas, barreiras, fatores críticos e segmentos das empresas.

A literatura sobre o tema se apresentou em estudos nacionais e internacionais, sendo estes de caráter aplicado e também de revisão. Considerando os estudos tratando apenas da aplicação efetiva da metodologia em PMEs, ou seja, trabalhos aplicados e estudos de caso, observa-se que estes aparecem apenas na literatura internacional. Isto indica que a metodologia LSS ainda não tem sua aplicação muito difundida em PMEs brasileiras, o que gera a necessidade de mais estudos a respeito da implementação do LSS em PMEs no Brasil.

A literatura também mostrou a existência de um consenso entre os autores em relação aos métodos e as ferramentas utilizadas para a implementação da metodologia, onde o DMAIC é o método mais popular entre os autores analisados. A seleção de métodos e ferramentas adequados ao tipo da organização a serem utilizados é um fator que deve ser considerado para o sucesso da implementação da metodologia, uma vez que a literatura mostra a necessidade de treinamento na metodologia. Neste caso, a utilização de ferramentas mais simples, como as ferramentas do *Lean Manufacturing*, pode ser considerada como uma boa opção para o início da implementação, como é revelado nos estudos de He (2016), em que primeiro é implementada a metodologia *Lean Manufacturing* e posteriormente, o Seis Sigma e LSS. Além disso, dispor de cultura *Lean*, como o JIT, é considerado um fator importante para o sucesso da implementação, segundo Figueiredo (2017) e Moya *et al.*, (2018).

As barreiras e os fatores críticos de sucesso levantados na literatura também são comuns entre os autores. De acordo com Lande *et al.*, (2016), os fatores críticos estão presente em qualquer tipo de empresa, independente do país e do segmento, e segundo Stankalla *et al.*, (2018), estes fatores são relevantes para o sucesso da implementação independentemente do tamanho da organização.

Apesar das barreiras existentes na implementação da metodologia LSS em PMEs, a literatura revelou casos de implementação que foram bem sucedidos, apresentando bons resultados nos processos produtivos destas empresas. No entanto, pode-se considerar o desenvolvimento de um modelo de implementação específico para PMEs, uma vez que estas não dispõem de tantos recursos e infraestrutura como as empresas de grande porte.

Este estudo abre novos questionamentos acerca do uso da metodologia LSS em PMEs, como a implementação da metodologia em empresas de prestação de serviço e quais os métodos mais apropriados para este tipo de empresa; se a utilização de um modelo de implementação voltado para PMEs realmente é eficiente; se as barreiras e os fatores críticos geram o mesmo impacto em PMEs e empresas de grande porte e também se as estratégias utilizadas por empresas de grande porte para enfrentar barreiras e fatores críticos apresentam o mesmo resultado quando utilizado em pequeno porte.

Referências

- ADIKORLEY, R. D.; ROTHENBERG, L.; GUILLORY, A. Lean Six Sigma applications in the textile industry: a case study. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.8, n.2, p. 210-224, 2017.
- ALEXANDER, P.; ANTONY, J.; RODGERS, B. Lean Six Sigma for small- and medium sized manufacturing enterprises: a systematic review. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.36, n.3, p. 378-397, 2019.
- ANTONY, J.; KUMAR, M; MADU, C.N. Six sigma in small and medium sized UK manufacturing enterprises. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v.22, n.8, p. 860-874, 2005.
- ANTONY, J.; SNEE, R.; HOERL, R. Lean Six Sigma: yesterday, today and tomorrow. **International Journal of Quality and Reliability Management**, v.34, n.7, p. 1073-1093, 2017.
- FIGUEIREDO, F. J. S. **Diretrizes para implementação dos elementos básicos do Lean six Sigma em micro, pequenas e médias empresas de calçados**. Guaratinguetá, 217 p., 2017. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista.
- GAIKWAD, S. K.; PAUL, A.; MOKTADIR, A.; PAUL, S. K.; CHOWDHURY, P. Analyzing barriers and strategies for implementing Lean Six Sigma in the context of Indian SMEs. **Benchmarking: An International Journal**, v.27, n.8, p. 2365-2399, 2020
- GHALEB, A. A.; EL-SHARIEF, M. A.; EL-SEBAIE, M.G. Implementation of Lean Six Sigma (LSS) Techniques in Small and Medium Enterprises (SMEs) to Enhance Productivity. **Journal of Mechanical and Civil Engineering**, v.14, n.2, p. 14-22, 2017.
- GRUDOWSKI, P.; WIŚNIEWSKA, M.; LESEURE, E. Lean Six Sigma in French and Polish small and medium-sized enterprises. The pilot research results. **Key Engineering Materials**. v.637, p.1-6, 2015.
- GUERRERO, A. L.; GÓMEZ, J, A. H.; VICTÓRIA, K. I.V.; FONG, L. C. O. Six Sigma as a competitive strategy: main applications, implementation areas and critical sucess factors (CSF). **DYNA**, v.86, n.209, p. 160-169, 2019.
- HE, S. Lean Six Sigma Implementation in Chinese Manufacturing SMEs. **Journal of Applied Science and Engineering Innovation**, v.3, n.3, p.105-112, 2016.
- IYEDE, R.; FALLON, E. F.; DONNELLAN, P. An exploration of the extent of Lean Six Sigma implementation in the West of Ireland. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.9, n.3, p. 444-462, 2018.
- LANDE, M.; SHRIVASTAVA, R. L.; SETH, D. Critical success factors for Lean Six Sigma in SMEs (small and medium enterprises). **The TQM Journal**, v.28, n.4 p. 613-635, 2016.
- LOPES, N. R. **Os fatores críticos para a sustentabilidade do Lean Manufacturing: revisão sistemática da literatura, estudo de caso e opinião de especialista**. São Carlos, 107 p., 2019. Dissertação (Pós-Graduação) – Universidade Federal de São Carlos.

MASON, S. E.; NICOLAY, C. R.; DARZI, A. The use of Lean and Six Sigma methodologies in surgery: a systematic review. **The Surgeon: journal of the Royal Colleges of Surgeons of Edinburgh and Ireland**, v.13 n.2, p. 91-100, 2015.

MOYA, C. A.; GALVEZ, D.; MULLER, L.; CAMARGO, M. A new framework to support Lean Six Sigma deployment in SMEs. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.10, n.1, p. 58-80, 2018.

OLIVEIRA, F. S.; MENDES, L. D. S.; COSTA, R. A. Implantação do sistema de produção enxuta em uma indústria de autopeças utilizando a metodologia Lean Manufacturing. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 10., São Cristóvão. **Anais...UFS**, 2018. p. 194-208.

PANAYIOTOU, N. A.; STERGIOU, K. E. A systematic literature review of lean six sigma adoption in European organizations. **International Journal of Lean Six Sigma**, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1108/IJLSS-07-2019-0084>> Acesso em: 24 ago. 2020.

RAVAL, S. J.; KANT, R. Study on lean six sigma frameworks: a critical literature review. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.8, n.3, p. 275-334, 2017.

RIBEIRO, A. B. **Modelo de implementação de Lean Seis Sigma baseado nos fatores críticos de sucesso para empresas de pequeno e médio porte**. Florianópolis, 177 p., 2018, Dissertação (Pós-graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina.

ROWLEY, J.; SLACK, F. Conducting a literature review. **Management Research News**, v.27, n.6, p. 31-39, 2004.

SHOKRI, A. Reducing the Scrap Rate in Manufacturing SMEs Through Lean Six Sigma Methodology: An Action Research. **IEEE Engineering Management Review**, v.47 n.3. p. 104- 117, 2019.

SODHI, H. S.; SINGH, D.; SINGH, B. J. A conceptual examination of Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma models for managing waste in manufacturing SMEs. **World Journal of Science, Technology and Sustainable Development**, v.17, n.1, p. 20-32, 2020.

SODHI, H. S.; SINGH, D.; SINGH, B. J. Developing A Lean Six Sigma Conceptual Model and Its Implementation: A Case Study. **Industrial Engineering Journal**, v.12, n.10, p. 1-19, 2019.

STANKALLA, R.; KOVAL, O.; CHROMJAKOVA, F. A review of critical success factors for the successful implementation of lean six sigma and six sigma in manufacturing small and medium sized enterprises. **Journal Quality Engineering**, v.10, n.3, p. 453-468, 2018.

TURRIONI, J. B; MELLO; C. H. P. Pesquisa-ação na Engenharia de Produção. In: MIGUEL, P. A. C. (org.). **Metodologia de pesquisa para engenharia de produção e gestão de operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 149-167.

VINODH, V. S. S. Deploying Lean Six Sigma framework in an automotive component manufacturing organization. **International Journal of Lean Six Sigma**, v.7, n.3, p. 267–293, 2016.