

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E ECONOMIA  
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**

**JOÃO VITOR MONTEIRO BEZERRA**

**ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS DE GESTÃO DE PROCESSOS  
LEAN E SIX SIGMA: Revisão Sistemática**

**DOURADOS/MS**

**2024**

JOÃO VITOR MONTEIRO BEZERRA

**ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS DE GESTÃO DE PROCESSOS  
LEAN E SIX SIGMA: Revisão Sistemática**

Trabalho de Graduação II apresentado à Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Luis Casarotto

Dourados/MS

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B574a Bezerra, João Vitor Monteiro  
Análise comparativa de metodologias de gestão de processos Lean e Six Sigma:  
Revisão sistemática [recurso eletrônico] / João Vitor Monteiro Bezerra. -- 2024.  
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Eduardo Luis Casarotto.  
TCC (Graduação em Administração)-Universidade Federal da Grande Dourados,  
2024.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Aprimoramento dos processos produtivos. 2. Gestão da qualidade. 3.  
Implementação de Lean Six Sigma. I. Casarotto, Eduardo Luis. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Fundação Universidade Federal da Grande Dourados  
Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia



ATA DE APROVAÇÃO DE BANCA EXAMINADORA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO II,  
SEMESTRE LETIVO 2024.2

**ANÁLISE COMPARATIVA DE METODOLOGIAS DE GESTÃO DE PROCESSOS LEAN  
E SIX SIGMA: REVISÃO SISTEMÁTICA**

João Vitor Monteiro Bezerra

Esta monografia foi julgada adequada para aprovação na atividade acadêmica específica de Trabalho de Graduação II, que faz parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Administração pela Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia – FACE da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

Apresentado à Banca Examinadora integrada pelos professores:

Documento assinado digitalmente  
 **EDUARDO LUIS CASAROTTO**  
Data: 01/12/2024 09:10:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Eduardo Luis Casarotto  
(Orientador)

Documento assinado digitalmente  
 **JANE CORREA ALVES MENDONÇA**  
Data: 29/11/2024 22:42:54-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.<sup>a</sup> Dra. Jane Corrêa Alves Mendonça  
(Avaliador 1)

Documento assinado digitalmente  
 **MARCOS SOUZA DE ALMEIDA**  
Data: 29/11/2024 22:50:08-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcos Souza de Almeida  
(Avaliador 2)

**DOURADOS-MS, 29 de novembro de 2024.**

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de expressar minha sincera gratidão ao professor orientador Eduardo Luis Casarotto, que sempre esteve à disposição para me auxiliar, independentemente do dia ou horário. Sua orientação foi essencial para a conclusão deste trabalho. Agradeço também aos professores da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em especial aos da Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Economia (FACE), que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação, seja por meio de aulas enriquecedoras ou de conselhos valiosos ao longo desses anos de graduação.

À minha família, dedico um agradecimento especial. Aos que estão presentes e aos que já partiram, meu profundo reconhecimento. Mesmo à distância, vocês sempre estiveram comigo, oferecendo suporte incondicional para que eu pudesse ingressar na universidade e concluir essa importante etapa da minha vida. Vocês celebraram comigo cada conquista, desde as mais simples até as mais desafiadoras, e, sem o amor e incentivo de vocês, talvez eu não tivesse chegado até aqui.

Aos meus amigos do grupo “Sobreviver”, que se tornaram uma verdadeira rede de apoio ao longo da graduação, deixo minha imensa gratidão. Vocês foram fundamentais para meu crescimento pessoal, acadêmico e profissional. Nos momentos mais difíceis, quando parecia que tudo era insuperável, vocês me mostraram que não estava sozinho e que, juntos, superaríamos qualquer obstáculo.

Agradeço também aos amigos Macedo e Guilherme, por todo apoio e pela ajuda inestimável ao longo dessa jornada. Desde ligações no meio da madrugada até a oferta de abrigo em momentos em que eu já não conseguia mais permanecer no meu quarto, vocês sempre estiveram lá. Esses gestos de amizade e compreensão fizeram toda a diferença e tornaram essa caminhada mais leve e especial.

Por fim, mas não menos importante, gostaria de agradecer a mim mesmo. Agradeço por ter enfrentado as dificuldades com resiliência, por não desistir mesmo nos momentos mais desafiadores e por acreditar que cada noite em claro valeria a pena. Reconheço a importância de ter mantido o foco e enxergado nos estudos uma ferramenta poderosa para transformar minha vida.

A todos vocês, meu mais profundo agradecimento. Esta conquista não é só minha, mas de todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa trajetória.

## Resumo

Este trabalho tem por objetivo identificar e analisar as abordagens da metodologia Lean Six Sigma adotadas em empresas que atuam no ramo de manufatura no âmbito nacional, com base na revisão da literatura. Essas metodologias de produção são adotadas pelas empresas com o objetivo de aprimorar sua produtividade, competitividade e gestão de qualidade. Para a realização deste estudo, utilizou-se como base metodológica as plataformas SPELL, Google Acadêmico e SciELO, permitindo um levantamento amplo e criterioso da literatura. A revisão teórica parte da discussão desses conceitos e, em seguida, apresenta como foram criadas e como se caracterizam as ferramentas do Lean Manufacturing (Produção Enxuta), do Six Sigma (Seis Sigma) e da metodologia combinada Lean Six Sigma. Nos resultados, destacaram-se cinco ferramentas utilizadas em mais de dois artigos analisados: DMAIC, SIPOC, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto e 5W2H. Por fim, o trabalho apresenta um levantamento teórico sobre como as empresas do ramo de manufatura implementam essas metodologias para manter sua competitividade no mercado, reduzir custos, aumentar a produtividade e compreender plenamente seus clientes e processos internos.

**Palavra-chave:** Aprimoramento dos processos produtivos; gestão da qualidade; implementação de Lean Six Sigma.

## Abstract

This study aims to identify and analyze the approaches of the Lean Six Sigma methodology adopted by companies operating in the manufacturing sector, based on a literature review. These production methodologies are employed by companies to improve their productivity, competitiveness, and quality management. For this study, the SPELL, Google Scholar, and SciELO platforms were used as methodological bases, enabling a comprehensive and rigorous literature review. The theoretical review begins with a discussion of these concepts and then presents how the tools of Lean Manufacturing, Six Sigma, and the combined Lean Six Sigma methodology were created and characterized. The results highlighted five tools used in more than two analyzed articles: DMAIC, SIPOC, Ishikawa Diagram, Pareto Diagram, and 5W2H. Finally, the study provides a theoretical survey of how manufacturing companies implement these methodologies to maintain market competitiveness, reduce costs, increase productivity, and fully understand their customers and internal processes.

**Keywords:** Improvement of production processes; quality management; Lean Six Sigma implementation.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 – Artigos selecionados .....</b>	<b>28</b>
<b>Quadro 2 – Ferramentas/Metodologias mais usadas.....</b>	<b>27</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Aplicação do DMAIC .....</b>	<b>31</b>
<b>Figura 2 – Utilização da ferramenta SIPOC .....</b>	<b>33</b>
<b>Figura 3 – Diagrama de Ishikawa .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 4 – Diagrama de Pareto.....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 5 – 5W2H .....</b>	<b>37</b>

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	8
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	9
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA .....	12
<b>1.2.1 Objetivo Geral</b> .....	12
<b>1.2.2 Objetivos Específicos</b> .....	12
1.3 JUSTIFICATIVA.....	12
<b>2 REVISÃO TEÓRICA</b> .....	14
2.1 PRODUTIVIDADE .....	14
2.2 COMPETITIVIDADE .....	16
2.3 GESTÃO DA QUALIDADE .....	18
2.4 LEAN MANUFACTURING .....	19
2.5 SIX SIGMA (SEIS SIGMA).....	21
2.6 LEAN SIX SIGMA .....	23
<b>4 ANÁLISE E RESULTADOS</b> .....	27
4.1 DMAIC .....	30
4.2 SIPOC.....	32
4.3 Diagrama de Ishikawa (Espinha de peixe).....	34
4.4 Diagrama de Pareto.....	35
4.5 5W2H.....	37
<b>5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	39
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	41
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	43

## 1 INTRODUÇÃO

Há três décadas, o Institute for Management Development (IMD) conduz uma pesquisa de escopo global para avaliar o posicionamento competitivo das economias nacionais, elaborando um *ranking* dos países mais competitivos no cenário mundial. De acordo com o Anuário de Competitividade do IMD, referente ao ano de 2022, o Brasil figura entre as nações menos competitivas, ocupando a 59ª posição em uma lista composta por 69 países avaliados. Para mensurar a capacidade de crescimento das nações, além de considerar métricas tradicionais como o Produto Interno Bruto (PIB), o IMD pondera quatro fatores: desempenho econômico, eficácia governamental, eficiência empresarial e infraestrutura. Sob tal perspectiva, o Brasil demonstra deficiências em todos os critérios (Forbes, 2022).

A percepção do setor privado brasileiro, segundo a pesquisa do IMD, aponta que os elementos positivos preponderantes na economia nacional incluem o dinamismo econômico, a abertura para negócios e atitudes favoráveis ao empreendedorismo, bem como um ambiente propício ao desenvolvimento empresarial. Por outro lado, os aspectos negativos destacados compreendem a competência governamental, o nível educacional e o ambiente jurídico - fatores que estão mais ligados à esfera governamental (Carlos Arruda; Costa, 2022).

Dessa maneira, evidencia-se que o setor privado brasileiro almeja contribuir para a melhoria da competitividade da economia. O aumento incessante da competitividade no mercado consumidor, influenciado pela tendência global de globalização e internacionalização da economia, impulsiona as empresas a adotarem modelos de gestão fundamentados em conceitos internacionalmente reconhecidos.

Em tal contexto, a busca por metodologias de produção que apontem para otimização dos processos e que resultem em maior competitividade empresarial torna-se uma necessidade premente. Nesse sentido, a presente pesquisa volta-se para três metodologias aplicadas e validadas em nível global, e que podem contribuir no cenário econômico brasileiro: o Lean Manufacturing, o Six Sigma e a combinação dessas duas, a Lean Six Sigma (LSS).

Existem diversas metodologias com a finalidade de melhoria de processos, entretanto, o Lean manufacturing e o Six Sigma se apresentam como as melhores e mais usadas por diversas empresas (Salah; Rahim; Carretero, 2010).

A metodologia Lean Manufacturing surgiu na Toyota Motors Company, na

década de 1970, como necessidade de sobrevivência no mercado automobilístico. Eiji Toyoda, engenheiro que liderava a Toyota Motors Company na época, instruiu seus funcionários a eliminar qualquer tipo de desperdício dos processos. A premissa básica do Lean Manufacturing é utilizar-se da quantidade mínima de materiais, equipamentos, espaço e tempo necessários para agregar valor ao produto.

Conforme Werkema (2011), o Six Sigma é uma estratégia quantitativa que tem por objetivo aumentar a lucratividade e performance das empresas, através da melhoria da qualidade dos processos e do aumento da satisfação de clientes e consumidores. Segundo Mani e Pádua (2008), essa iniciativa tem por objetivo criar processos, serviços ou procedimentos administrativos que resultem em três ou quatro problemas a cada milhão de oportunidades criadas.

Lean Six Sigma é resultado da integração entre as concepções do Six Sigma e do Lean Manufacturing. Werkema (2012) afirma que a integração das metodologias é válida apenas se a empresa souber aproveitar os pontos fortes de ambas. Com isso, as metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma podem ser utilizadas tanto em conjunto quanto separadamente, servindo como estratégias para auxiliar as empresas manterem sua competitividade.

A metodologia Lean Six Sigma é amplamente implementada em empreendimentos de diversas áreas com o objetivo de auxiliar as empresas a se reinventarem e manterem sua competitividade em um mercado cada vez mais disputado. Neste estudo, serão apresentados os resultados da aplicação da LSS em indústrias, com base em uma revisão sistemática da literatura.

A revisão tem como propósito avaliar o impacto da metodologia na melhoria dos processos operacionais, redução de desperdícios, e aumento da eficiência e qualidade dos produtos e serviços. Dessa forma, espera-se fornecer uma fundamentação teórica robusta que demonstre como a adoção da LSS pode impulsionar as indústrias a alcançar níveis superiores de desempenho e competitividade no cenário econômico global.

## 1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Segundo Roratto, Dias e Alves (2017), existem alguns fatores que dificultam a permanência das empresas no mercado, tais como: alta competitividade, limitações do mercado no qual atuam, gerenciamento do capital de giro, carga tributária elevada e dificuldade na obtenção de capital financeiro. Assim, a questão que norteia este trabalho é: como a metodologia Lean Six Sigma pode contribuir para que as empresas do ramo de manufatura no âmbito nacional melhorem seu posicionamento competitivo na dinâmica atual do mercado?

Para tanto, será realizada uma revisão sistemática de literatura usando como banco de dados Scielo, a base Spell e Google Acadêmico buscando responder à questão e objetivos propostos que norteiam o presente trabalho.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Identificar e analisar quais abordagens da metodologia Lean Six Sigma são adotadas nas empresas de manufaturas no âmbito nacional, segundo a literatura.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar os estudos que tratam do tema nas bases científicas Spell, Scielo e Google acadêmico;
- b) Descrever como essa metodologia é usada nas Indústrias; e
- c) Identificar quais benefícios essa metodologia pode trazer para as empresas manufatureiras.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

No cenário altamente competitivo de hoje, as empresas enfrentam uma pressão crescente para priorizar a qualidade e a eficiência em seus processos de

produção. Essa demanda é impulsionada por uma variedade de fatores, tanto internos quanto externos. Entre eles, destaca-se a crescente exigência do consumidor final, cuja satisfação é crucial para a lucratividade de qualquer negócio (Campos; Rodrigues; Oliveira, 2016).

Diante desse contexto, surge a necessidade premente de desenvolver estratégias que não apenas aprimorem as vantagens competitivas, mas também fortaleçam a produtividade e a organização das empresas. É aqui que entra em cena a metodologia Lean Six Sigma, oferecendo uma abordagem robusta para enfrentar os desafios presentes, promovendo a eficiência operacional, a redução de desperdícios e a melhoria contínua dos processos. Ao adotar essa metodologia, as empresas podem não apenas se manter competitivas, mas também prosperar em um ambiente de negócios em constante evolução (Moro; Pádua, 2008).

A transição dos processos de fabricação tradicionais para os processos que incorporam a metodologia Lean Six Sigma resulta em benefícios significativos para as empresas (Chalrais; Garg; Agarwal, 2016). Estes incluem aprimoramento da satisfação tanto do cliente quanto do empregado, redução de resíduos, aumento da produtividade, desenvolvimento de produtos com melhor relação custo-benefício e geração de receitas.

O estudo da metodologia para otimização dos processos e aprimoramento da competitividade empresarial representa um pilar crucial nos dias de hoje. Essa pesquisa não apenas oferece *insights* valiosos, mas também fornece orientações práticas e pertinentes para auxiliar as empresas a melhorarem suas operações e se destacar no mercado. Este trabalho, tem uma proposta de contribuir de maneira significativa para a comunidade acadêmica e empresarial, realizando uma análise detalhada dos processos de fabricação, aplicando ferramentas específicas para otimização, agregando valor aos produtos e garantindo a sustentabilidade da competitividade em um ambiente comercial cada vez mais desafiador.

## 2 REVISÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão apresentados os principais conceitos que fundamentam a compreensão do presente trabalho. A revisão teórica aborda temas centrais como produtividade, e competitividade, essenciais para o entendimento dos desafios enfrentados pelas organizações no mercado atual.

Além disso, serão explorados os fundamentos da gestão da qualidade, uma área que busca garantir a eficiência e eficácia dos processos organizacionais. Serão discutidos também ferramentas e metodologias amplamente utilizadas, como o Lean Manufacturing, Six Sigma e o Lean Six Sigma, que oferecem abordagens integradas para melhoria contínua, redução de desperdícios e aumento da excelência operacional.

Essa base conceitual será de essencial para contextualizar e sustentar as análises e discussões realizadas ao longo do trabalho.

### 2.1 PRODUTIVIDADE

A busca pela produtividade é uma jornada que remonta a séculos passados e continua relevante nos dias de hoje. Conforme mencionado por Tange (2002), o conceito de produtividade empresarial, definido como a relação entre *outputs* e *inputs*, já foi abordado por muitos autores ao longo dos anos. O interesse nessa questão não é novo; de acordo com o autor, a primeira menção à produtividade remonta ao século XVIII, atribuída ao médico francês Quesne.

Autores clássicos entendiam que a produtividade das empresas poderia ser mensurada pela quantidade de valor gerado na transformação de insumos em produtos (Valente, 2021). No final do século XX, no entanto, o campo das Ciências Econômicas passou a adotar uma definição mais abrangente de produtividade, considerando-a como a razão entre o produto e os diversos fatores utilizados em sua produção, indo além da simples consideração dos insumos.

Valente (2021) observa que, na literatura das Ciências Econômicas, existem diferentes categorias de produtividade, tais como a produtividade do trabalho, a produtividade do capital e a produtividade total dos fatores. Essas categorias possibilitam a realização de pesquisas mais detalhadas e a mensuração precisa dos

dados de produtividade, facilitando a identificação de processos e atividades que podem ser otimizados para aumentar a produtividade nas empresas.

Na indústria de manufatura, os processos produtivos podem sofrer alterações estruturais, de acordo com as inovações tecnológicas e técnicas disponíveis. Por inovação tecnológica, entende-se um novo conjunto de teorias e dispositivos que podem ser utilizados na indústria. Já a inovação técnica é a forma prática com que é aplicado o conjunto de tecnologias produtivas (Matos, 2022). As inovações tecnológicas devem ser acompanhadas das inovações técnicas, visando uma maior produtividade e competitividade no mercado.

Nas duas primeiras revoluções industriais, mudanças radicais no padrão tecnológico transformaram os cenários produtivos globais. Na Indústria 1.0, os motores a vapor provocaram uma ampla transformação no setor produtivo e nos transportes. Na Indústria 2.0, insumos como aço, energia elétrica e combustíveis derivados do petróleo possibilitaram um significativo avanço nos padrões de mecanização (Matos, 2022).

Na década de 1970, com o avanço da eletrônica, emergiu a Indústria 3.0, caracterizada pela produção automatizada por sistemas computadorizados e robóticos (Bilbao Junior; Miranda, 2022). É nesse contexto de atividades produtivas complexas que surgem técnicas avançadas para aprimorar a eficiência e a produtividade industrial, para que seja extraída a maior produtividade possível dos novos sistemas.

Para George (2002), uma das características do Lean Six Sigma é a identificação dos chamados “gargalos” dentro de uma organização e eliminação de desperdícios causados por eles. Se falando de produtividade, encontrar quais são esses déficits pode auxiliar na gestão desse índice.

Um dos aspectos fundamentais que demanda atenção nas empresas é o estoque. De acordo com Moreira (2009), o estoque é definido como as quantidades de bens físicos armazenados por um certo período. Incluem-se não só os estoques, produtos acabados aguardando despacho ou venda, mas também a matéria-prima e os componentes necessários para a continuidade do processo produtivo.

De acordo com Martins e Alt (2009, p. 198), “a gestão de estoques constitui uma série de ações que permitem ao administrador verificar se os estoques estão sendo bem utilizados, bem localizados em relação aos setores que deles se utilizam,

bem manuseados e bem controlados”. Viana (2006) lembra que o principal objetivo da gestão de estoques é encontrar o equilíbrio entre consumo e estoque, minimizando custo, maximizando a produtividade, como consequência, fornecendo um nível satisfatório de serviço ao cliente e maximizando os recursos da empresa.

## 2.2 COMPETITIVIDADE

Até a década de 1970, o planejamento estratégico dentro das organizações dava destaque para o ambiente interno da empresa e para o mercado comprador. Após esse período, percebeu-se uma significativa mudança no ambiente de negócios, com a intensificação da competição entre empresas. Especialmente depois dos anos 1990, o fenômeno da globalização dos mercados apresentou a necessidade de concorrência entre empresas em nível local e global. É nesse contexto, em que empresas competem entre si em busca de mercados e clientes, que se desenvolvem teorias e estratégias empresariais com enfoque em competitividade (Barbosa, 2015).

De acordo com Barbosa (2015), a década de 1980 marcou o início da Era da Competitividade, transformando o planejamento estratégico. Nesse período, as empresas passaram a desenvolver estratégias competitivas para garantir vantagens no mercado, um conceito introduzido por Michael Porter, que enfatiza a relevância do ambiente externo e do posicionamento das empresas dentro desse contexto.

Focado no posicionamento das empresas em comparação com suas concorrentes no mercado, Porter (1986) define três estratégias competitivas que auxiliam uma organização a superar seus concorrentes: enfoque, liderança no custo total e diferenciação. A estratégia de liderança no custo total se baseia em implementar uma série de políticas dentro da empresa visando alcançar o menor custo em determinado segmento. Com isso, a organização obtém lucros acima da média em sua área, enquanto a concorrência gasta recursos para se manter viva no mercado.

A segunda estratégia citada por Porter (1986) é a diferenciação, cujo objetivo é agregar inovação no bem ou serviço oferecido pela empresa, de maneira que a organização seja vista como diferenciada no mercado no qual atua. Já a última estratégia, segundo Porter, é o enfoque, que consiste em focar unicamente em um determinado serviço ou bem, mercado de atuação e público-alvo e depositar todas as

suas forças para atender esse segmento melhor que os concorrentes.

Em uma perspectiva mais contemporânea, Dayer e Kim (2003) afirmam que a competitividade é um fenômeno relacionado às empresas, ou seja, as organizações precisam produzir bens ou serviços que atendam à demanda, gerem lucros para as instituições e tenham preços ajustados pelo mercado.

A competitividade nacional e internacional na economia, possui dois aspectos: micro e macro. Com uma definição macro de competitividade, OCDE (2000) apresenta como o grau no qual uma região pode produzir bens e serviços satisfazendo o mercado internacional enquanto incrementa ganhos aos seus cidadãos sobre condições de igualdade e liberdade de mercado.

Um método de análise de competitividade mais recente é o modelo de campos e armas da competição (CAC). Trata-se de um modelo qualiquantitativo, que avalia competitividade da empresa a partir do posicionamento comparativo no mercado, mas que também leva em consideração os fatores internos da organização. O CAC busca calcular a vantagem competitiva da organização (Barbosa, 2015).

Segundo Barbosa (2014), a vantagem competitiva é alcançada quando uma empresa gera um valor econômico superior aos seus concorrentes, resultando em melhores resultados financeiros. Para atingir essa vantagem, é fundamental que a empresa desenvolva uma estratégia competitiva que tenha destaque no mercado, sendo que essa vantagem só se torna relevante quando é reconhecida pelos clientes, tornando-se, assim, focada no cliente.

Os conceitos de competitividade e vantagem competitiva são determinantes para compreender a motivação das organizações do setor de produção na busca por métodos produtivos e gerenciais, como as metodologias Lean Manufacturing, Six Sigma e Lean Six Sigma. Essas práticas não apenas possibilitam a otimização dos processos, mas também se mostra indispensável para a sobrevivência e o destaque das empresas em um mercado cada vez mais dinâmico e competitivo, reforçando sua relevância estratégica para organizações de qualquer porte ou segmento.

## 2.3 GESTÃO DA QUALIDADE

De acordo com Machado (2012), a percepção de qualidade no ramo de manufatura sofreu alterações ao longo do tempo. No período pré-industrial e até a Primeira Revolução Industrial, a qualidade estava associada à inspeção, por meio da qual buscava-se obter a uniformidade dos produtos através de ferramentas de supervisão e medição.

Em um segundo momento, especialmente após a Segunda Guerra Mundial, surgiram técnicas e instrumentos para controle estatístico da qualidade. De acordo com Kessler (2004), verificou-se que a inspeção do processo produtivo, por si só, não era capaz de assegurar a qualidade desejada. Para isso, tornou-se necessário expandir a abordagem da qualidade, abrangendo aspectos como o planejamento do projeto, o processo de aquisição e a definição das necessidades dos clientes (Kessler, 2004).

Conforme Machado (2012), a gestão de qualidade compreende não apenas os métodos de produção, mas também está relacionada com a capacidade da empresa em manter a satisfação do cliente. Nesse sentido, as organizações buscam o defeito zero, e para isso buscam a sistematização dos processos. Além da racionalização do método produtivo, é necessário construir uma cultura organizacional voltada para a qualidade, de modo que os colaboradores da instituição compreendam o objetivo da instituição.

Um sistema de gestão da qualidade requer que a empresa implemente um gerenciamento que abranja todos os níveis, desde a alta direção até os colaboradores que desempenham as atividades mais simples (Machado, 2012).

Segundo a autora supracitada, “qualidade” possui diferentes significados que variam de pessoa para pessoa, de acordo com produtos e serviços em função de suas expectativas e necessidades, tornando-se impossível uma definição concreta de qualidade. Machado (2012) afirma ainda que um produto de qualidade precisa conter um conjunto de desempenho nos quesitos como: precisão, manutenção, confiabilidade, facilidade de operação e durabilidade. Segundo a autora, o nível de qualidade que se almeja precisa concordar com o mercado no qual se atua e a qualidade no serviço prestado ou no produto se alcança através de matéria-prima adequada, pessoas preparadas e processos controlados.

Uma série de autores participou do desenvolvimento do Controle da Qualidade Total, modelo que, no início da década de 1980, evoluiu para Gestão da Qualidade Total (Total Quality Management – TQM).

A Gestão da Qualidade Total é um modelo que foi amplamente difundido e empregado em diferentes organizações. Seu objetivo era aprimorar continuamente as organizações, em busca de uma visão ampla de qualidade. Conforme explica Kessler (2004), o conceito de Gerenciamento da Qualidade Total destaca-se por sua ampla abrangência, indo além da simples conformidade de produtos ou processos. Ele busca atender às necessidades e expectativas dos clientes, ao mesmo tempo em que promove a filosofia de melhoria contínua em todos os aspectos da organização.

A busca por melhoria na qualidade - desde o processo produtivo até a relação com o cliente - também está presente na concepção da metodologia Lean bem como na metodologia Six Sigma. Alguns autores afirmam que esta última é resultado do aprimoramento da Gestão da Qualidade Total. Kessler (2004) aponta que o Six Sigma foi desenvolvido como uma evolução do Gerenciamento da Qualidade Total (TQM), incorporando e combinando as ferramentas já presentes nessa abordagem.

## 2.4 LEAN MANUFACTURING

A metodologia Lean Manufacturing também é chamada, por diferentes autores, como Lean Productions, Lean Thinking, Manufatura Enxuta ou Sistema Toyota de Produção.

A ferramenta Lean Manufacturing é uma filosofia de gestão desenvolvida pelo engenheiro japonês Taiichi Ohno, da indústria de veículos Toyota, a partir da observação e aprimoramento dos processos produtivos do setor automobilístico norte-americanos. O Japão, ao fim da Segunda Guerra Mundial, enfrentava problemas de escassez de recursos que o País vinha sofrendo. Taiichi observou que era possível aprimorar o sistema produtivo fordista “enxugando” (significado do termo élan) desperdícios em toda a cadeia de valor da empresa.

Com a necessidade de eliminar perdas e excessos no sistema produtivo, Taiichi conseguiu não só o desenvolvimento e crescimento da sua empresa, como também ajudou o país a se recuperar da crise financeira (Campos; Rodrigues; Oliveira, 2016).

Segundo Mano e Pádua (2008), o conceito Lean busca transformar as empresas em organizações enxutas, eliminando desperdícios em toda a cadeia de valor e alinhando as atividades de maneira a torná-las mais flexíveis e capazes de atender às necessidades dos clientes.

A metodologia Lean busca eliminar sete tipos de desperdícios: defeitos nos produtos; excesso de produção; processamento, movimento e transportes desnecessários, tempo de espera e estoque de mercadorias. Os princípios essenciais da filosofia Lean Manufacturing incluem a eliminação de desperdícios e a motivação dos colaboradores. Para isso, é necessário reformular o layout da empresa e promover mudanças na postura dos funcionários em relação aos padrões de higiene e segurança. Além disso, a visibilidade das operações ajuda a identificar e resolver problemas de forma mais ágil (Campos; Rodrigues; Oliveira, 2016).

Muito além de apenas produzir mais com menos recursos, a filosofia Lean tem grande compromisso com a qualidade a partir da percepção do cliente. A proposta é eliminar os desperdícios e melhorar continuamente o processo produtivo de modo a fornecer produtos com alta qualidade e baixo custo, atendendo à necessidade dos clientes. O Lean Manufacturing é uma abordagem de gestão que visa otimizar a organização para atender às necessidades dos clientes com rapidez, qualidade e custo reduzido, ao mesmo tempo em que promove a segurança e a motivação dos colaboradores. Essa filosofia abrange não apenas a produção, mas todas as áreas da organização (Mani; Pádua, 2008).

Algumas ferramentas do Lean Manufacturing são apresentadas de forma sintética e didática em tabela elaborada por Costa *et al.* (2021), sendo elas: Kaizen, Kanban, Heijunka e Poka-Yoke.

A filosofia Kaizen é o conceito de que a empresa tem necessidade de manter um esforço contínuo de busca por melhorias. Todos os processos podem ser melhorados em busca de mais eficiência, produtividade e qualidade. Essa filosofia pode ser aplicada de um modo global, mas também em processos menores dentro da empresa, a fim de se criar mais valor com menos desperdício.

O sistema Kanban é uma ferramenta de uso de cartões (e, mais recentemente, sistemas operacionais digitais), que contém instruções sobre a sequência do processo produtivo. O kanban tem duas funções em uma operação de produção: instruir os processos para que fabriquem produtos e instruir manipuladores de materiais a

deslocarem os produtos. Com o uso do kanban, as principais informações do fluxo de produção ficam registradas e, seguindo as instruções, os processos e materiais fluem na sequência adequada. Quando ajustes de sequência se fazem necessários, é mais fácil identificar como e quem deve realizar as melhorias no processo produtivo. Além disso, o kanban é excelente ferramenta de gestão para verificar o fluxo dos materiais e suprimentos, visando eliminar estoques, mantendo apenas a matéria prima necessária para a produção na quantidade visada.

Heijunka é uma palavra japonesa que significa “nivelamento”. Este conceito, dentro da filosofia lean, busca orientar a produção da empresa dentro de uma média que acompanhe a taxa de demanda. Dessa forma, focando em uma produtividade constante e de acordo com a necessidade do mercado, evita-se um desnível, ou uma maior pressão em algum setor da empresa. O resultado esperado dessa prática é redução de estoques, menor inventário, menor capital congelado, melhor organização do fluxo de valor, flexibilidade e mais rapidez no tempo de resposta ao cliente.

Poka-Yoke é um termo que, em português significa “à prova de erros”. Na metodologia lean, é fundamental criar ferramentas que possam identificar e corrigir falhas no processo produtivo. Essas ferramentas podem ser desde um simples Procedimento Operacional Padrão (POP) até ferramentas automatizadas que detectam falhas humanas ou do sistema.

Como pode-se observar nos exemplos acima, as ferramentas da filosofia Lean Manufacture correspondem às demandas por qualidade e por diferencial competitivo das empresas.

## 2.5 SIX SIGMA (SEIS SIGMA)

A ferramenta Six Sigma (Seis Sigma) foi desenvolvida por um engenheiro da Motorola chamado Bill Smith, em 1986, com intuito de suprir as necessidades da época de melhoria de qualidade e redução de defeitos dos produtos. A ferramenta é voltada para buscar diferentes soluções (padronização de processos, mobilização da equipe, implementação de automações etc.) de modo que a empresa aumente a qualidade do seu produto ou serviço, visando a satisfação da clientela. Com a implementação do Six Sigma, a Motorola conseguiu reduzir os defeitos de seus equipamentos em 94% entre os anos de 1987 e 1993. Bob Galvin, diretor executivo

da Motorola, gostou muito dos resultados e decidiu aplicar na empresa o Six Sigma com o foco nos processos e sistemas (Montgomery; Woodall, 2008).

Segundo Endler *et al.* (2016), a metodologia Six Sigma é caracterizada como uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, projetada para aumentar significativamente a performance e a lucratividade das empresas. Isso é alcançado por meio da melhoria da qualidade dos produtos e processos, bem como do aumento da satisfação dos clientes e consumidores. O Six Sigma visa criar processos de manufatura, serviço ou administrativos que produzam, no máximo, 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, demonstrando seu rigor e precisão na busca por excelência operacional.

O uso adequado de ferramentas e mudanças processuais e comportamentais dentro das organizações, elevam diferentes índices internos e externos, auxiliando as empresas se manterem competitivas. De acordo com Drohomerecki *et al.* (2014), empresas que implementaram a metodologia Six Sigma obtiveram melhoras em alguns fatores considerados competitivos como: redução de custo, qualidade, confiabilidade, velocidade e inovação.

Na metodologia Six Sigma, são aplicadas cinco etapas sequenciais: Definir, Medir, Analisar, Implementar e Controlar. Esta sequência é conhecida pela sigla DMAIC (Mani; Pádua, 2008).

Na fase de Definição, é crucial identificar o processo a ser observado e aprimorado, levando em consideração as expectativas do cliente e os defeitos identificados no produto ou processo analisado.

Subsequentemente, a etapa de Medição envolve a observação e registro detalhado de todos os procedimentos adotados na realização do produto ou serviço. Esta etapa resulta na elaboração de um mapa de processo, no qual todos os subprocessos são identificados, incluindo sua execução e os resultados obtidos no processo atual.

Após a medição, a fase de Análise consiste em examinar os resultados obtidos para identificar os subprocessos que podem ser aprimorados, visando aumentar a qualidade, reduzir custos e maximizar o retorno econômico da empresa.

Na etapa de Implementação, são testadas novas alternativas, tanto em projetos experimentais quanto na prática de produção, buscando estabelecer um padrão de produção com menos defeitos. O objetivo é minimizar as variáveis que causam

defeitos no processo.

Finalmente, na fase de Controle, define-se um método de controle estatístico das variáveis de entrada, assegurando que estas permaneçam dentro dos limites operacionais especificados na etapa de melhoria. Um plano de controle é elaborado, estabelecendo as variáveis de entrada a serem monitoradas, os métodos de controle e medição, a frequência de coleta de dados e os limites operacionais ótimos.

Dessa forma, podemos observar que a metodologia Six Sigma busca reduzir defeitos e aprimorar a qualidade dos produtos ou serviços oferecidos aos clientes.

## 2.6 LEAN SIX SIGMA

Por volta de 1985 aconteceram as primeiras práticas de integração entre a filosofia Lean Manufacturing e Six Sigma, nos Estados Unidos. No campo acadêmico, o termo Lean Six Sigma começa a ser difundido após os anos 2000 (Endler *et al.*, 2016).

Ao unir essas duas práticas, as empresas buscam reduzir defeitos nos produtos ofertados, aprimorar a qualidade dos produtos ou serviços oferecidos aos clientes, reduzir custos dispensáveis no processo produtivo, gerando diferenciais competitivos para as empresas que aplicam esta metodologia.

O Lean fundamenta-se na filosofia de produção que busca eliminar desperdícios, promovendo um aumento na produtividade e transformando a forma como as organizações operam, resultando em um retorno mais rápido sobre os investimentos financeiros. Enquanto o Lean Manufacturing foca na produção enxuta, o Six Sigma se concentra na otimização de produtos, serviços e processos para atender às necessidades de clientes e consumidores (Moro; Pádua, 2008).

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo será apresentado como a seleção dos materiais foram feitas, local de pesquisa e metodologia usada para selecionar os materiais usados como base para a realização do presente trabalho.

O presente trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica, fundamentada nos artigos da biblioteca eletrônica Scientific Periodicals Electronic Library (SPELL), um repositório de artigos científicos que proporciona acesso gratuito à informação técnico-científica, na plataforma Google Acadêmico, utilizada para auxiliar na seleção dos trabalhos relacionados com o tema, e na Scielo uma biblioteca virtual de revistas científicas brasileiras em formato eletrônico. Vamos selecionar trabalhos que apresentam palavras-chave como: Lean Six Sigma, estudo de caso, indústrias, manufatura.

O escopo deve incluir até 20 artigos, publicados de 2010 a 2024, de forma a limitar a quantidade de trabalhos analisados e determinar um período recente de publicações. Buscaremos selecionar apenas artigos do tipo estudo de caso. Após limitado ao escopo de artigos que será trabalhado, o estudo terá como objetivo identificar os estudos que abordam como o Lean Six Sigma é aplicado nas indústrias, e quais os benefícios.

Gil (2002) descreve a pesquisa bibliográfica como uma abordagem que se baseia em materiais já elaborados, predominantemente livros e artigos científicos. Ele destaca que, embora a maioria dos estudos exija algum tipo de pesquisa desse tipo, existem investigações que são realizadas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas.

A pesquisa bibliográfica pode ser realizada a partir de vários tipos de publicação, desde livros, patentes, artigos, anais de congressos, ou outros. Neste trabalho, vamos analisar artigos científicos que estejam disponíveis nas plataformas citadas anteriormente. Ao escolher os artigos, buscamos publicações científicas mais recentes e com dados atuais. Com relação à escolha desse tipo de fonte bibliográfica, Gil (2002) pontua os periódicos desempenham um papel fundamental na comunicação científica, pois possibilitam a divulgação formal dos resultados de pesquisas originais e ajudam a garantir a qualidade na investigação científica.

Esta é uma pesquisa de natureza qualitativa, pois não serão aplicados métodos estatísticos e quantitativos para avaliar os dados. A respeito da pesquisa qualitativa, Oliveira (2011) descreve os dados coletados em pesquisas tendem a ser predominantemente descritivos, apresentando uma riqueza de informações sobre pessoas, situações, acontecimentos, fotografias, desenhos e documentos. Ele ressalta que todos esses dados da realidade são relevantes para a análise.

Seguindo esta metodologia, o trabalho buscará identificar quais as abordagens da filosofia Lean Six Sigma são atualmente adotadas nas empresas de manufaturas, buscando descrever como essa metodologia é usada nas indústrias de forma a identificar quais benefícios essa ferramenta pode trazer para as empresas manufatureiras.

A pesquisa bibliográfica foi conduzida em três bases de dados acadêmicas (SciELO, Spell e Google Acadêmico), com o objetivo de identificar estudos que abordassem a aplicação prática da metodologia Lean Six Sigma, especificamente em empresas de manufatura. Foram estabelecidos critérios específicos para seleção, incluindo a restrição a trabalhos em língua portuguesa, publicados entre 2010 e 2024, com foco na aplicação prática da metodologia.

Na base SciELO, a busca inicial pelo termo “Lean Six Sigma” resultou em 13 artigos. Aplicou-se, em seguida, o filtro para limitar a busca a trabalhos em língua portuguesa, restando nove artigos. Posteriormente, aplicou-se o filtro referente ao período de publicação (2010 a 2024), mas o número de artigos permaneceu inalterado. Após análise detalhada desses nove artigos, constatou-se que nenhum deles abordava a aplicação prática da metodologia Lean Six Sigma em empresas de manufatura. Assim, todos foram excluídos, por não atenderem aos critérios do estudo.

A pesquisa na base Spell também se iniciou com o termo “Lean Six Sigma”, retornando 13 resultados. Após aplicar o filtro para trabalhos em língua portuguesa, restaram 9 artigos. Antes de aplicar o filtro de data, realizou-se a análise preliminar desses trabalhos, verificando que apenas um artigo atendia aos requisitos para a execução do presente trabalho.

No Google Acadêmico, a busca inicial pelo termo “Lean Six Sigma” resultou em 71.100 trabalhos. Aplicando o filtro para limitar a pesquisa a artigos em língua portuguesa, o número reduziu-se para 2.100. Em seguida, aplicou-se a delimitação temporal (2010 a 2024), restando 51 artigos. Desses, excluiu-se trabalhos de

conclusão de curso, dissertações, teses e aqueles que tratavam exclusivamente das metodologias Lean Manufacturing ou Six Sigma, sem integrar ambas. Após essa triagem, restaram sete artigos que atendiam aos critérios definidos, abordando especificamente como a metodologia Lean Six Sigma foi aplicada na indústria de manufatura.

A escolha de restringir a pesquisa a trabalhos em língua portuguesa teve como objetivo explorar a literatura brasileira, identificando como a metodologia Lean Six Sigma tem sido aplicada no contexto nacional. O foco foi compreender como as ferramentas dessa abordagem estão sendo utilizadas para melhorar as práticas nas indústrias brasileiras, em vez de analisar sua aplicação em outros países.

Inicialmente, o período de publicação foi delimitado entre 2019 e 2024, mas essa restrição resultou em apenas dois artigos disponíveis para análise. Para garantir uma base de dados mais ampla e relevante, o intervalo temporal foi expandido para publicações entre 2010 e 2024. Essa ampliação permitiu a inclusão de um número maior de artigos, proporcionando uma fundamentação com oito artigos ao invés de apenas dois.

## 4 ANÁLISE E RESULTADOS

Para alcançar os objetivos propostos nesta pesquisa, foram selecionados nove artigos acadêmicos, que serão referenciados numericamente, de 1 a 8, com o intuito de facilitar a compreensão e organização da análise. No Quadro 1: Artigos selecionados, serão apresentados os artigos, com uma descrição sucinta de seus objetivos, metodologias e ferramentas aplicadas, bem como os resultados obtidos em cada estudo. Essa estrutura permitirá uma comparação clara e objetiva entre os estudos, auxiliando na identificação de padrões e contribuições relevantes para a área de pesquisa.

Serão apresentadas, a seguir, as ferramentas mais frequentemente utilizadas nos artigos selecionados, conforme a sequência desta pesquisa. Para garantir uma análise mais focada e relevante, o critério de inclusão adotado considera apenas as ferramentas que foram aplicadas em mais de dois estudos. No Quadro 2 (Ferramentas/metodologias mais usadas) são listadas as ferramentas selecionadas, indicando em quais trabalhos cada uma foi utilizada e o número de vezes em que foram mencionadas ao longo dos artigos analisados. Esse método possibilita identificar as ferramentas de maior impacto e recorrência, proporcionando uma visão mais detalhada sobre as práticas comuns no campo de estudo.

<b>Metodologia/ferramenta</b>	<b>Trabalhos</b>	<b>Total</b>
DMAIC	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,8	8
SIPOC	1,2,3,4,6,8	6
DIAGRAMA DE ISHIKAWA	1,3,4,5,7,8	6
DIAGRAMA DE PARETO	1,2,4,8	4
5W2H	1,2,8	3

**Quadro 2 - Ferramentas/metodologias mais usadas**

Fonte: Elaborado pelo autor.

	<b>Artigo</b>	<b>Local</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Ferramenta</b>	<b>Resultados</b>
1	Implementação da Metodologia Lean Six Sigma em uma Indústria química	Indústria Química do Paraná	Identificar os benefícios que a implementação do Lean Six Sigma pode trazer para a indústria química; Identificar perdas no processo e apresentar soluções para o problema; Atender os clientes com urgência.	DMAIC SIPOC Matriz GUT Projec charter Diagrama de Pareto Nível Sigma Diagrama de Ishikawa 5W2H	Identificação das perdas: -29.122 Kg produzido -285,16 Kg perdidos -R\$ 905,75/ produção -R\$ 5.434,50/anual Soluções apresentadas: Instalar hidrômetro, utilizar princípio dos vasos comunicantes, verificar equipamentos mais adequados, troca de balanças.
2	Aplicação da Metodologia Lean Six Sigma em uma Indústria de Alimentos: Redução dos índices de capital imobilizados na indústria	Empresa de alimentos do interior da Paraíba	Reduzir a proporção de inconformidades de identificação do capital imobilizado, máquinas e objetos acima de mil reais; Redução dos bens imobilizados sem etiquetas de 32,04% para 3,20%.	DMAIC Projec charter SIPOC Gráfico de Pareto 5W2H	Redução dos 32,04% dos itens não conformes para 0,22%; Valor do maquinário passou de R% 2.085.335,58 para R\$ 10.359.184,02.
	Aplicação do Lean Seis Sigma para aumento de produtividade de ativos - Um estudo de caso	Indústria Têxtil de fiação da Cocamar Cooperativa Agroindustrial - Noroeste do Paraná	Aumentar a produtividade dos filatórios nas linhas novas, sem impactar na qualidade do produto, vida útil de máquinas e equipamentos.	DMAIC SIPOC Gráfico de Gantt OEE Mapeamento da produção FMEA 5S Mapa de Variáveis Diagrama de causa e efeito (Diagrama de Ishikawa - espinha de peixe).	Aumento da produtividade em 50kg/dia equivalem a 18.066kg/ano; Redução das paradas não desejadas; Melhora da qualidade dos fios.
4	Aumento de produtividade com aplicação do Lean Six Sigma em uma empresa de autopeças	Empresa multinacional do Vale do Paraíba	Aumentar a produtividade e reduzir o desperdício de material; Aumentar a satisfação do cliente e reduzir os custos do processo; Implementar metodologias Lean Six Sigma de forma eficaz; Estabelecer uma abordagem estruturada de resolução de problemas usando DMAIC.	DMAIC SIPOC Mapeamento do processo Diagrama de Pareto Diagrama de causa e efeito (Ishikawa).	Redução do custo da operação; Ganhos previstos anuais R\$ 789.761,66 com a diminuição das paradas, aumento da produtividade e diminuição de horas extras; Aumento de 187 peças/hr para 206 peças/hr; Aumento em 10% a produtividade horária.

5	Aplicação da metodologia Lean Six Sigma na redução da variabilidade do processo de envase em uma indústria de óleo vegetal	Empresa não mencionada	Demonstrar a contribuição do Lean Six Sigma para os processos de embalagem; Reduzir a variabilidade do processo no enchimento de garrafas PET; Obter vantagens técnicas e culturais por meio do Lean Six Sigma; Identificar e estudar as causas da alta variabilidade do processo; Propor soluções para reduzir a variabilidade no processo.	DMAIC Brainstorming Diagrama de Ishikawa Diagrama de afinidade	Redução de 0,5 pontos de desvio padrão; Ganhos na margem do produto; Aumento da confiabilidade do processo.
6	Aplicação da metodologia Lean Seis Sigma em uma indústria do ramo automotivo	Empresa do Vale do Paraíba	Aumentar a produção na indústria automotiva; Analisar dados para melhorar o processo. Identificar fatores críticos de sucesso na metodologia DMAIC; Reduzir custos e desperdícios nos processos de produção.	DMAIC SIPOC Mapeamento do fluxo de processos kaizen OEE	Padronização de processos; Aumento de peças produzidas por hora - de 73 peças para 96 peças/hr; Evolução do resultado OEE em 25% na linha 3; Redução dos custos anuais de R\$ 534.000,00;
7	Gestão eficiente de projetos Lean Six Sigma: um estudo de caso em uma indústria automotiva	Empresa multinacional de autopeças	Aumentar a produtividade em uma célula de produção automotiva; Para justificar o uso das técnicas Lean Six Sigma; Para reduzir custos e aumentar a satisfação do cliente; Implementar metodologias eficazes de gerenciamento de projetos.	DMAIC TPM Kaizen SMED Brainstorming Diagrama de Ishikawa SWD	Redução de manutenção em 25% (meta 18%); Redução do setup em 29% (meta 33%); Aumento da produção mensal 40.780 peças e meta de 40.000 peças.
8	Implantação do lean seis sigma em uma indústria de fios têxteis	Empresa de grande porte - estado do Paraná	Aumentar as vendas na indústria de fios têxteis; Para eliminar o desperdício usando a metodologia Lean Six Sigma; Para reduzir custos e aumentar a receita; Para melhorar a qualidade do produto com base nas necessidades do cliente; Aumentar a eficiência operacional por meio de melhorias no processo.	DMAIC Project charter SIPOC Diagrama de Pareto Diagrama de árvore Diagrama de Ishikawa FMEA 5 Porquês 5W1H Análise GRIP	O projeto identificou 142 modos de falha e 97 causas; As ações recomendadas incluíram 19 viáveis, 16 inviáveis e 9 que precisam de avaliação; O nível Sigma melhorou de 0,87 para 0,97; As mudanças implementadas levaram a uma melhor eficiência e qualidade do processo; Focado na redução do desperdício e no aumento das vendas na indústria têxtil.

### Quadro 1 - Artigos selecionados

Fonte: Elaborado pelo autor.

A metodologia predominante nos trabalhos selecionados foi a DMAIC, aplicada em todos os estudos analisados. Em continuidade, serão detalhadas as cinco principais metodologias e ferramentas listadas na tabela acima, descrevendo como cada uma foi utilizada no desenvolvimento dos projetos. Essa análise permitirá compreender a importância de cada ferramenta e sua contribuição específica para alcançar os objetivos propostos em cada estudo, destacando as práticas mais eficazes e recorrentes na implementação dos processos investigados.

#### 4.1 DMAIC

Para integrar as metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma, é essencial o uso do método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), conforme destacado por Salah, Rahim e Carretero (2010). Esse aspecto justifica o fato de o DMAIC ser a única metodologia aplicada em todos os trabalhos selecionados para esta pesquisa, demonstrando sua importância como estrutura central para a execução eficaz das práticas de Lean Six Sigma nos estudos analisados.

A metodologia DMAIC é uma estrutura essencial do Lean Six Sigma, voltada para a melhoria contínua de processos por meio de etapas bem definidas e baseadas em dados. DMAIC é uma sigla em inglês que significa: *Define* (Definir); *Mesure* (Medir); *Analyze* (Analisar); *Improve* (Melhorar); e *Control* (Controlar), e pode ser traduzida para o português como Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Cada uma dessas etapas é projetada para guiar o processo de resolução de problemas e otimização de processos com precisão. Abaixo uma breve definição de cada etapa:

- a) Definir: Identificar claramente o problema ou objetivo do projeto, estabelecendo os requisitos do cliente e o escopo do projeto;
- b) Medir: Coletar dados sobre o processo atual para entender seu desempenho e identificar a linha de base.
- c) Analisar: Estudar os dados e diagnosticar as causas raízes do problema ou pontos de melhoria.
- d) Melhorar: Desenvolver e implementar soluções para eliminar as causas do problema, visando à melhoria do processo; e
- e) Controlar: Monitorar o processo após a implementação das melhorias, garantindo que os resultados sejam mantidos ao longo do tempo.

A Figura 1: Aplicação do DMAIC, foi retirada do Artigo 4: Aumento da produtividade com aplicação do Lean Six Sigma em uma empresa de autopeças. Essa figura ilustra de forma detalhada como a metodologia DMAIC foi aplicada em um caso real, destacando as ferramentas utilizadas em cada uma de suas etapas. Trata-se de um exemplo prático que demonstra a integração de diferentes recursos para a implementação dessa abordagem.

<b>Etapas DMAIC</b>
<p><b>Definir</b>  <b>(Qual problema deve ser solucionado?)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desenvolver o Project Charter</li> <li>2. Definir o mapa macro SIPOC</li> <li>3. Definir requerimentos cliente</li> <li>4. Analisar resistência</li> </ol>
<p><b>Medir</b>  <b>(Qual a capacidade do processo?)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mapear o processo</li> <li>2. Simplificar o processo</li> <li>3. Planejar coleta de dados</li> <li>4. Validar a medição</li> <li>5. Calcular a capacidade</li> </ol>
<p><b>Analisar</b>  <b>(Quais as causas do problema escolhido?)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analisar o redesenho do processo</li> <li>2. Identificar causas raízes</li> </ol>
<p><b>Melhorar</b>  <b>(O que pode ser feito para melhorar?)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pesquisa das causas e otimização do processo</li> <li>2. Encontrar as soluções</li> <li>3. Planejar as implementações das melhorias</li> </ol>
<p><b>Controlar</b>  <b>(Como manter os ganhos do projeto?)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Planejar novos controles para o processo</li> <li>2. Concluir implementação</li> <li>3. Calcular novas capacidades</li> </ol>

**Figura 1 - Aplicação do DMAIC**

Fonte: Inácio; Pinto; Evangelista; Fernandes; Lolly, (2019).

Acima, uma figura retirada de um dos artigos selecionados ilustra como a metodologia foi aplicada em um contexto real. Vale destacar que, embora a metodologia seja composta por cinco etapas, não é obrigatório o uso de todas elas em todos os projetos. Por exemplo, no Artigo 1: Implementação da Metodologia Lean

Six Sigma em uma indústria química, apenas as fases Definir, Medir e Analisar foram utilizadas, o que mostra que o uso das etapas depende dos objetivos específicos do projeto e da necessidade de cada caso. A flexibilidade do DMAIC permite que ele se ajuste aos diferentes cenários e metas de melhoria, tornando-o uma ferramenta adaptável e eficaz. O interessante é que em casa etapa do DMAIC, possibilita o uso de uma nova ferramenta para ajudar na conclusão do objetivo traçado.

#### 4.2 SIPOC

Na fase de definição da metodologia DMAIC, no Artigo 2: Aplicação da metodologia Lean Six Sigma em uma indústria de alimentos: redução dos índices de capital imobilizados na indústria, a ferramenta SIPOC (*Súplice, Input, Process, Output, Custo-me*) é utilizada para estruturar e compreender os elementos-chave do processo analisado. Essa etapa inicial foi de suma importância para identificar os principais fornecedores (*Suprires*), entradas (*Inputs*), etapas do processo (*Processo*), saídas (*Outputs*) e clientes (*Custo Mers*) envolvidos. Com isso, foi possível obter uma visão geral do funcionamento do processo, criando uma base sólida para as próximas fases de análise,

A aplicação do SIPOC também desempenhou um papel importante no mapeamento e delimitação dos processos e atividades relacionadas ao projeto. Esse mapeamento detalhado permitiu compreender de forma clara o fluxo do processo e identificar áreas críticas que necessitavam de ajustes. Além disso, o SIPOC contribuiu para o alinhamento das etapas entre as equipes envolvidas, garantindo uma abordagem integrada e eficiente.

A ferramenta SIPOC é uma metodologia amplamente utilizada para mapear e entender os processos organizacionais, identificando pontos de melhoria e oportunidades. Seu nome é um acrônimo que representa cinco elementos principais: *súplice* (Fornecedor), *Input* (Entrada), *processa* (Processo), *Output* (Saída) e *custo Mer* (Cliente). Cada um desses elementos contribui para uma visão completa do processo, desde os recursos iniciais até o produto, voltado para o cliente.

*súplice*: são os fornecedores que fornecem os insumos ou materiais iniciais necessários para o processo. *Input*: refere-se aos recursos ou dados que são usados

para iniciar ou sustentar o processo. *processa*: é a etapa onde as atividades e tarefas são realizadas para transformar a entrada em uma saída. *Output*: trata do produto ou serviço resultante do processo, que será entregue ao cliente. *custo Mer*: é o cliente final que consome o produto ou serviço gerado pelo processo.

A aplicação do SIPOC permite uma análise detalhada de cada etapa, ajudando na identificação de falhas e na descoberta de oportunidades para aprimorar a eficiência e a qualidade do processo. É, portanto, uma ferramenta utilizada para os mais diversos segmentos para o mapeamento das oportunidades (Zhu; Johnson; Sarkis, 2018). Na Figura 2: Utilização da ferramenta SIPOC é apresentado um exemplo de utilização da ferramenta.

Suppliers	Input	Process	Outputs	Customers
Compras	Peças, equipamentos, máquinas	Analisar notas fiscais	Identificar tipo de bem (contábil)	Contabilidade
Manutenção	Mão de obra	Conserto de máquina	Máquinas em bom estado.	Setores da indústria
Industria	Máquinas	Etiquetar os bens industriais	Bem identificado (físico)	Contabilidade, indústria, manutenção
Contabilidade	Auditoria	Verificar identificação e informação dos bens	Acuracidade do Processo.	Contabilidade e indústria

**Figura 2 - Utilização da ferramenta SIPOC**

Fonte: Barbora; Silva; Peruche; Santos, (2023).

A ferramenta SIPOC foi bem aproveitada no artigo para diversas finalidades relacionadas à análise e melhoria de processos. Inicialmente, foi empregada para realizar uma auditoria do processo, classificando os produtos como conformes ou não conformes e identificando as justificativas associadas. Esse procedimento permitiu avaliar o estado atual do processo de forma detalhada.

Além disso, o SIPOC foi utilizado para mapear e delinear as atividades do processo, organizando e sequenciando as etapas envolvidas na produção. Esse mapeamento foi essencial para estruturar o fluxo de trabalho de maneira clara e ordenada.

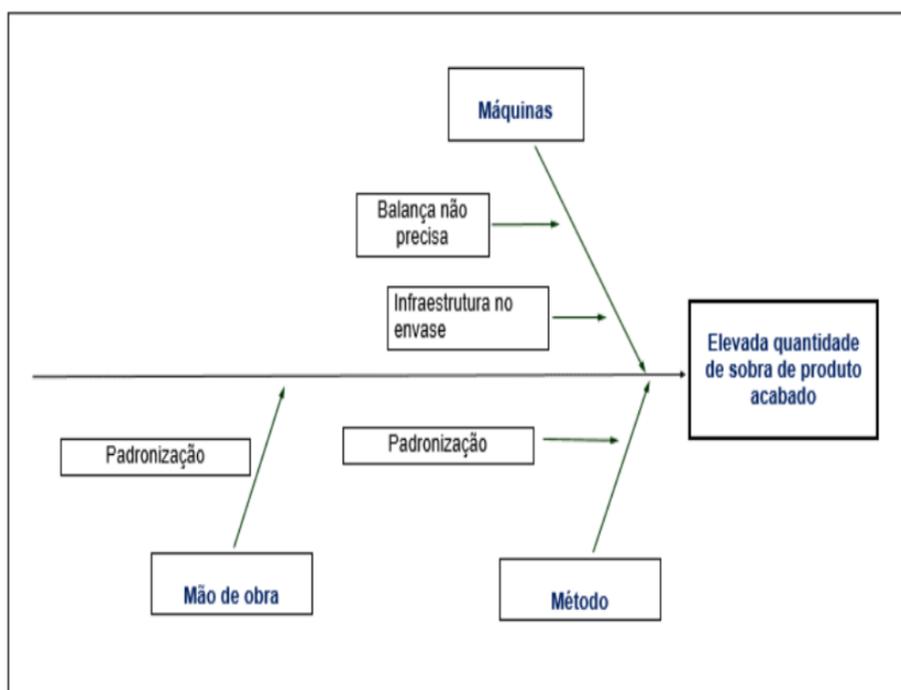
A aplicação do SIPOC também foi fundamental para identificar oportunidades de melhoria em diferentes segmentos do processo, ao oferecer uma visão geral estruturada do fluxo e das interações entre as etapas.

Por fim, o sequenciamento detalhado das atividades, representado no diagrama SIPOC, proporcionou uma compreensão abrangente das dependências e do fluxo do processo. Essa visão aprofundada facilitou a implementação de melhorias direcionadas e mais eficazes.

### 4.3 Diagrama de Ishikawa (Espinha de peixe)

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe, é uma ferramenta visual utilizada para identificar, organizar e analisar as causas potenciais de um problema. Ele categoriza essas causas em ramos principais, como equipamentos, materiais, métodos e pessoal, facilitando a análise estruturada de fatores que contribuem para as dificuldades enfrentadas.

A Figura 3 Diagrama de Ishikawa apresenta um exemplo real usado no Artigo 1: Implementação da Metodologia Lean Six Sigma em uma indústria química para identificar as causas do problema encontrado, que seria a elevada quantidade de sobra de produto acabado.



**Figura 3 - Diagrama de Ishikawa**

Fonte: Luiz; Tybuszeusky; Chirolí, (2020).

No Artigo 1, o diagrama de Ishikawa foi aplicado de diversas maneiras para melhorar o entendimento e a resolução de problemas. Primeiramente, ele foi utilizado para identificar as causas raiz das ineficiências do processo e dos problemas de qualidade. Essa categorização em ramos permitiu organizar e estruturar as causas potenciais de forma clara e detalhada.

Além disso, o diagrama desempenhou um papel importante durante as sessões de brainstorming realizadas com a equipe. Ele ajudou a explorar diversos fatores que poderiam estar contribuindo para os problemas identificados, promovendo uma abordagem colaborativa para a solução de problemas.

Por meio de sua representação visual, o diagrama de Ishikawa também aprimorou a compreensão da equipe sobre as interdependências complexas existentes nos processos de fabricação de produtos químicos. Essa visualização clara de relações de causa e efeito facilitou a análise crítica e a identificação de conexões relevantes.

Por fim, o diagrama auxiliou na priorização de ações de melhoria ao destacar as causas básicas críticas que necessitavam de atenção imediata. Isso possibilitou direcionar os esforços para os pontos mais impactantes, promovendo melhorias na eficiência do processo e na qualidade do produto.

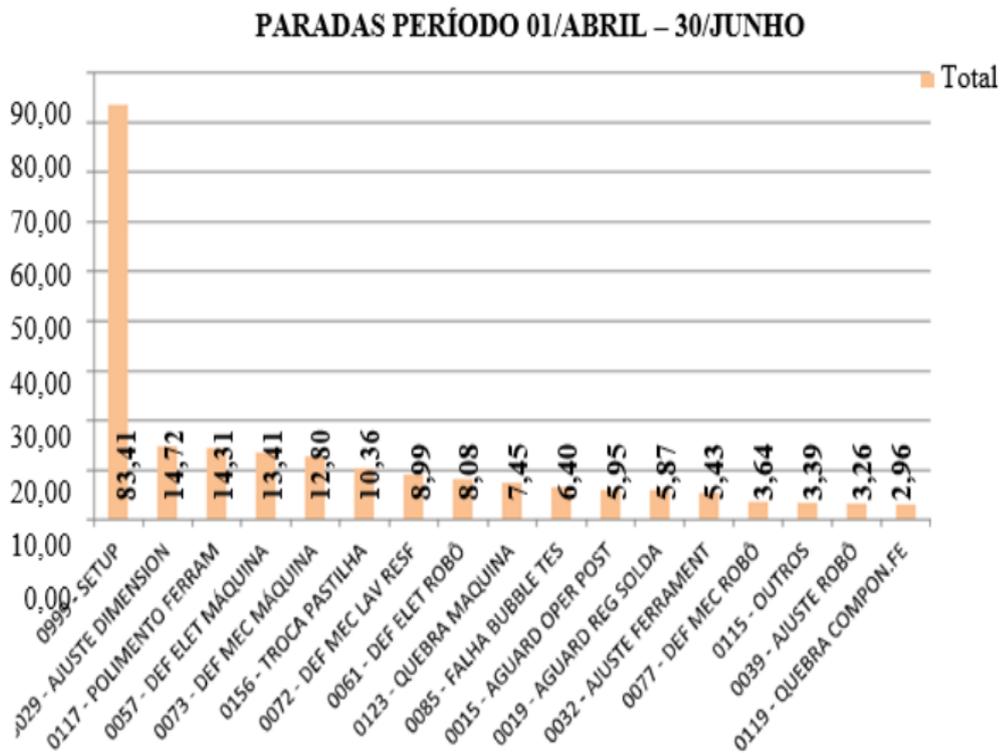
#### 4.4 Diagrama de Pareto

O gráfico de Pareto foi aplicado de maneira estratégica na fase de “medição” da metodologia DMAIC, desempenhando um papel crucial na análise e priorização de problemas relacionados à produção. Essa fase tem como objetivo coletar e analisar dados para compreender a situação atual e identificar oportunidades de melhoria.

Na prática, o gráfico foi utilizado para identificar os principais problemas que afetam a eficiência e a qualidade da produção. Por meio de uma representação visual clara, ele destacou a frequência ou o impacto relativo de cada problema, facilitando a análise crítica.

A Figura 4: Diagrama de Pareto foi retirada do Artigo 4: Aumento de produtividade com aplicação do Lean Six Sigma em uma empresa de autopeças onde foi possível identificar em qual parte do processo ocorriam maior frequência de

paradas, sendo possível analisar que no processo de “setup” ocorriam as maiores paradas.



**Figura 4: Diagrama de Pareto**

Fonte: Inácio; Pinto; Evangelista; Fernandes; Folly, (2019).

Além disso, a ferramenta ajudou na priorização das áreas de foco, permitindo que a equipe direcionasse seus esforços para resolver, inicialmente, os problemas mais significativos. Essa abordagem focada aumentou a eficácia das iniciativas de melhoria, otimizando o uso de recursos.

Ao quantificar a gravidade dos problemas, o gráfico de Pareto ofereceu uma visão detalhada das ocorrências, proporcionando informações fundamentais para embasar decisões estratégicas. Isso garantiu que os recursos fossem alocados de forma eficiente, maximizando os resultados esperados.

Por fim, o gráfico foi utilizado para monitorar o progresso ao longo do tempo. Comparando a distribuição dos problemas antes e depois das intervenções, ele forneceu uma avaliação visual da eficácia das soluções implementadas, apoiando a busca por melhorias contínuas no processo de produção.

## 4.5 5W2H

A ferramenta 5W2H foi utilizada na fase de “analisar” da metodologia DMAIC, desempenhando um papel essencial para estabelecer uma base sólida para o projeto de melhoria. Essa fase é crucial para garantir que o escopo, os objetivos e os limites do projeto sejam bem compreendidos e alinhados com as expectativas das partes interessadas.

Inicialmente, a ferramenta foi aplicada para garantir uma clareza das medidas que poderão ser tomadas para conclusão dos objetivos do projeto. Isso foi fundamental para assegurar o alinhamento das ações com as necessidades e expectativas das partes envolvidas.

A Figura 5 “5W2H” exemplifica como foi usada a ferramenta em um caso real, mostrando como é aplicada e sua finalidade. Com a ilustração da Figura 5, foi possível tomar decisões assertivas para a resolução do problema proposto no Artigo 1: Implementação da Metodologia Lean Six Sigma em uma indústria química.

Hipótese	O que fazer?	Por quê?	Onde?	Como?	Quem?	Quando?	Quanto?
Ineficiência na medição da quantidade de água colocada nos misturadores.	Instalar hidrômetro na entrada de água dos reatores.	O hidrômetro é capaz de medir com maior precisão a quantidade de água inserida.	Primeiramente no misturador da Linha 1.	Realizar um estudo de viabilidade financeira sobre a instalação do hidrômetro e adquirir um desses equipamentos.	Responsável pela produção e responsável pelo financeiro.	A partir de maio de 2019.	Em média R\$ 2.013,00.
	Utilizar o princípio dos vasos comunicantes para medição da água.	É uma opção relativamente barata e que pode contribuir para diminuir as sobras.	Nos misturadores das Linhas 5 e 6, devido as suas características físicas.	Utilizar uma mangueira, onde será feita uma escala que meça o volume de água, acoplada à saída do misturador, que é a parte destinada ao envase.	Responsável pela produção e operadores da produção.	A partir de maio de 2019.	Em média R\$ 60,00.
Falta de estrutura no processo de envase.	Verificar equipamentos mais adequados para o envase.	Elimina a necessidade de improvisar, por parte dos operadores, no envase dos produtos.	Na etapa de envase.	No caso do envase de produtos em gel, pode-se utilizar um equipamento que utilize o princípio da alavanca mecânica, presente no cotidiano das pessoas em um amassador em batatas, por exemplo.	Responsável pela produção e responsável pelo financeiro.	A partir de maio de 2019.	Em média R\$ 5.450,00.
Utilização de balanças desgastadas.	Trocar as balanças que apresentam desgastes.	Elimina erros de imprecisão, auxiliando na redução da sobra.	Nas etapas que utilizem de balança	Adquirir novas balanças.	Responsável pela produção e responsável pelo financeiro.	A partir de maio de 2019.	1. Em média R\$ 580,00. 2. Em média R\$ 945,00. 3. Em média R\$ 2.675,00.

**Figura 5: 5W2H**

Fonte: Luiz; Tybuszeusky; Chioli, (2020).

Ao responder às perguntas centrais do 5W2H — “o quê, por que, onde, quando, quem, como e quanto” — a ferramenta auxiliou na definição dos limites e requisitos

do projeto, delimitando o que estava ou não incluído no escopo. Essa abordagem ajudou a evitar ambiguidades e a manter o foco do projeto.

Além disso, o 5W2H forneceu uma metodologia estruturada para a coleta de informações essenciais, promovendo um planejamento mais eficiente. Com isso, foi possível estabelecer uma base sólida para o projeto de melhoria, garantindo que todas as decisões subsequentes fossem fundamentadas em dados bem definidos e objetivos claros.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As ferramentas analisadas neste trabalho, incluindo DMAIC, SIPOC, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto e 5W2H, demonstraram desempenhar papéis fundamentais na melhoria da competitividade, produtividade e gestão da qualidade das empresas. Cada uma delas contribuiu de forma única para identificar e solucionar problemas nos processos organizacionais, promovendo melhorias que impactam diretamente nos resultados.

O DMAIC, estrutura central do Lean Six Sigma, mostrou-se eficaz ao organizar as etapas de melhoria contínua de forma sequencial e orientada por dados. Sua aplicação permite não apenas identificar e solucionar problemas, mas também controlar os resultados obtidos, garantindo sua sustentabilidade. Este método oferece uma abordagem sistemática que contribui para a elevação da produtividade e redução de desperdícios, aspectos críticos para a competitividade no setor industrial.

A ferramenta SIPOC auxiliou na análise e estruturação dos processos, permitindo uma visão abrangente do fluxo de trabalho e de seus elementos principais. Essa compreensão inicial facilita a identificação de gargalos e oportunidades de melhoria, promovendo uma base sólida para intervenções estratégicas. Por sua vez, o Diagrama de Ishikawa se destacou como um recurso eficaz na identificação de causas raízes de problemas, ao organizar visualmente os fatores que contribuem para falhas no processo. Essa abordagem favorece a priorização de ações corretivas, alinhando os esforços da equipe para resolver os problemas mais críticos.

O Diagrama de Pareto complementou essas análises ao destacar os problemas mais recorrentes ou de maior impacto em relação à qualidade e eficiência. Essa priorização baseada em dados permite um foco estratégico nas causas mais significativas, otimizando recursos e esforços. Finalmente, a aplicação do 5W2H se mostrou crucial na estruturação das ações de melhoria, promovendo clareza e planejamento detalhado para implementação das soluções identificadas.

Essas ferramentas, quando integradas, oferecem uma abordagem robusta para enfrentar os desafios enfrentados pelas empresas no ambiente competitivo atual. A aplicação combinada das metodologias permitiu às empresas alcançarem maior eficiência operacional, melhorar a qualidade dos produtos e serviços e, conseqüentemente, fortalecer sua posição no mercado. Além disso, a redução de

custos e a eliminação de desperdícios promovem a sustentabilidade dos negócios a longo prazo.

Portanto, a análise dos resultados reforça a importância da integração das ferramentas Lean Six Sigma para a gestão eficaz de processos, destacando como a utilização adequada dessas metodologias pode gerar vantagens competitivas significativas. A continuidade na aplicação dessas práticas e o compromisso com a melhoria contínua são fatores essenciais para garantir a adaptabilidade e o sucesso sustentável das organizações em um mercado em constante evolução.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo identificar e analisar quais abordagens da metodologia Lean Six Sigma são adotadas nas empresas de manufaturas brasileira, segundo a literatura. Com base nas análises realizadas foi possível identificar, por meio da revisão bibliográfica, estudos que abordam a aplicação da metodologia Lean Six Sigma nas indústrias de manufatura no contexto nacional. Esses estudos proporcionaram uma visão clara sobre as ferramentas utilizadas, como elas são aplicadas no dia a dia das organizações e os resultados que podem ser alcançados por meio de sua correta implementação.

Além disso, foram analisadas as vantagens proporcionadas pela aplicação correta e pela integração das metodologias Lean Manufacturing e Six Sigma no ambiente industrial. Verificou-se que essas metodologias (Lean Manufacturing e Six Sigma), quando combinadas, podem gerar melhorias significativas em termos de eficiência, qualidade e redução de desperdícios. No entanto, também foi constatado que todas as metodologias possuem aspectos positivos e limitações. Assim, cabe às organizações avaliarem cuidadosamente as ferramentas disponíveis e selecionar aquelas que melhor se aplicam aos problemas específicos que enfrentam.

Outro ponto importante analisado foi a necessidade de alinhamento organizacional. Para que a aplicação da metodologia seja eficaz, é essencial que todos os colaboradores estejam comprometidos com os objetivos do projeto. Não basta que apenas o líder do projeto tenha clareza sobre as metas, o envolvimento e o engajamento de toda a equipe são fundamentais para o sucesso das iniciativas.

Por fim, destaca-se a relevância da melhoria contínua como um fator crítico para o sucesso sustentável das empresas. Foi evidenciado que, sem um processo contínuo de aprimoramento, os resultados alcançados podem se perder ao longo do tempo, especialmente devido à natureza dinâmica e mutável do ambiente industrial. Empresas que não se comprometem com a melhoria contínua correm o risco de perder competitividade no mercado. Portanto, para garantir sua sustentabilidade e capacidade de inovação, é imprescindível que as organizações adotem uma cultura de aprimoramento constante em seus processos.

Dessa forma, este trabalho pode contribuir para a compreensão de como a metodologia Lean Six Sigma pode ser aplicada de forma prática nas indústrias

brasileiras, destacando tanto seus benefícios quanto os fatores críticos de sucesso necessários para sua implementação efetiva.

Foi possível identificar algumas limitações durante a elaboração deste trabalho. Inicialmente, o objetivo era realizar uma revisão sistemática utilizando apenas artigos publicados entre os anos de 2019 e 2024. Contudo, isso não foi viável devido à escassez de artigos suficientes nesse período. Acredito que essa dificuldade esteja relacionada ao contexto da pandemia de COVID-19, durante o qual diversas indústrias enfrentaram interrupções ou redução de sua força de trabalho, o que pode ter impactado a produção científica nesse intervalo de tempo.

Diante dessa situação, foi necessário ampliar o período de análise para abarcar um maior número de estudos e, assim, garantir a viabilidade do trabalho.

Como sugestão para pesquisas futuras, se recomenda incluir artigos internacionais e realizar uma análise comparativa entre as metodologias e ferramentas utilizadas fora do Brasil e aquelas aplicadas no contexto nacional. Esse tipo de abordagem pode fornecer uma visão mais ampla sobre como estamos posicionados em relação ao uso da ferramenta, permitindo avaliar se há um atraso significativo em relação às grandes potências mundiais ou se estamos acompanhando as tendências globais de forma satisfatória.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. C. F. M. **Procedimentos para formulação de estratégias competitivas para empresas**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2014.

BILIBIO JUNIOR, H; MIRANDA, D. Produtividade na Indústria - história, cenário atual e desafios futuros. **Anais do Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia**. 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Diego-Miranda-7/publication/363351551\\_PRODUTIVIDADE\\_NA\\_INDUSTRIA\\_HISTORIA\\_CENARIO\\_ATUAL\\_E\\_FUTUROS\\_DESAFIOS/links/63190fd00a70852150d6dff5/PRODUTIVIDADE-NA-INDUSTRIA-HISTORIA-CENARIO-ATUAL-E-FUTUROS-DESAFIOS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Diego-Miranda-7/publication/363351551_PRODUTIVIDADE_NA_INDUSTRIA_HISTORIA_CENARIO_ATUAL_E_FUTUROS_DESAFIOS/links/63190fd00a70852150d6dff5/PRODUTIVIDADE-NA-INDUSTRIA-HISTORIA-CENARIO-ATUAL-E-FUTUROS-DESAFIOS.pdf)  
Acesso em 20 mai. 2024.

CAMPOS, C; RODRIGUES, M; OLIVEIRA, R. LEAN MANUFACTURING: Produção Enxuta. **Revista Científica da FAEX**, n. 10, p. 155-172, 2016.

CARLOS ARRUDA, H.T; COSTA, M. **Análises do World Competitiveness Yearbook 2022**. Fundação Dom Cabral, 2022. Disponível em: [https://nucleos.fdc.org.br/wp-content/uploads/2022/06/Analise-do-WCY-2022\\_v2.pdf](https://nucleos.fdc.org.br/wp-content/uploads/2022/06/Analise-do-WCY-2022_v2.pdf).  
Acesso em 25 mai. 2024.

CASTRO, M; SANTOS, F. C. A; SILVA, E. M. A Relação entre Prioridades Competitivas e Indicadores de Desempenho: Survey em Empresas Moveleiras. **Anais do Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais**, 11. São Paulo, 2008.

CHAURASIA, B.; GARG, D.; AGARWAL, A. Framework to improve performance through implementing Lean Six Sigma strategies to oil exporting countries during

recession or depression. **International Journal of Productivity and Performance Management**, 65(3): 422-432, 2016.

COSTA, I. J.; MOREIRA, T. W. S.; MELO JÚNIOR, M. F.; VITAL, L. F. P.; COSTA, T. H. S. Melhoria da Qualidade e Produtividade através da Manufatura Enxuta: Uma Revisão da Literatura. **Id on Line Revista de Psicologia**, dezembro/2021, vol.15, n.58, p. 427-443.

DROHOMERETSKI, E.; COSTA, S. E. G.; LIMA, E. P.; GARBUIO, P. A. R. Lean, six sigma and lean six sigma: an analysis based on operations strategy. **International Journal of Production Research**, v.52, n.3, p.804-824, 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/263371830>. Acesso em: 13 fev. 2024.

DWYER, L.; KIM, C. **Destination competitiveness: Determinants and indicators**. *Current Issues in Tourism*, v. 6, n.5, p. 369-413, 2003.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa** (4a ed). São Paulo-SP: Atlas, 2002.

FORBES, 14 de jun. de 2022. **Brasil está na lanterna de ranking internacional de competitividade**. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-money/2022/06/brasil-esta-na-lanterna-de-ranking-internacional-de-competitividade/>. Acesso em: 12 de nov. 2023.

KESSLER, R. M. **A implantação do Seis Sigma em organizações: motivações de escolha e resultados obtidos**. 2004. Dissertação (mestrado em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

LIKER, J. K; MEIER, D. **Modelo Toyota: Manual de aplicação**. São Paulo: Artmed, 2006.

MACHADO, S. S. **Gestão da qualidade**. Goiás, Instituto Federal de ciência e tecnologia Campus Inhumas, 2012.

MARTINS, P. G; ALT, P. R. C. **Administração de Materiais e Recursos Patrimoniais**. 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

MATOS, J. S. **Análise sobre a produtividade no setor industrial brasileiro no contexto da indústria 4.0**. 2022. Dissertação (Mestrado em Economia) Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2022.

MONTGOMERY, D. C.; WODALL, W. H. **An Overview of Six Sigma**. International Statistical Review, EUA, n. 3, p. 329-346, 2008.

MOREIRA, D. A. **Administração da Produção e Operações**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MANI, G. M; PÁDUA, F. S. M. Lean Seis Sigma. **Interface Tecnológica**, v. 5, n. 1, 2008.

OCDE. **Relatório Anual da OCDE 2000**. OCDE Publishing, Paris. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/annrep-2000-en> . Acessado em 20 mai. 2024.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia Científica: um manual para a realização de pesquisas em administração**. Universidade Federal de Goiás, 2011. Disponível

em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/567/o/Manual\\_de\\_metodologia\\_cientifica\\_-\\_Prof\\_Maxwell.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf). Acesso em 25 jun. 2024.

PORTER, M. **Estratégia competitiva**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1986.

RORATTO, R; DIAS, E. D; ALVES, E. B. Mortalidade em micro e pequenas empresas: Um estudo de caso na Região Central do Rio Grande do Sul. **Revista Espacio**, Caracas, v.38, n, p.1-11, 2017.

SALAH, S.; RAHIM, A.; CARRETERO, J. A. The integration of Six Sigma and Lean management. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 3, p. 249-274, 2010. Disponível em:  
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/20401461011075035/full/html>. Acesso em: 25 mai. 2024.

SILVA, E. M; SANTOS, F. C. A; CASTRO, M. A relação entre prioridades competitivas e indicadores de desempenho: survey em empresas moveleiras. 11º Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais-Simpoi, 2008, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo:Fundação Getúlio Vargas, 2008. Disponível em: [https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/silva\\_-\\_a\\_relacao\\_entre\\_prioridade\\_competitivas.pdf](https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/silva_-_a_relacao_entre_prioridade_competitivas.pdf). Acesso em: 29 out. 2023.

TANGEN, S. Understanding the Concept of Productivity. *In: 7th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS2002)*, 2022, Taipei. **Anais [...]**. Disponível em: <https://encurtador.com.br/FZHSV>. Acesso em: 27 maio 2024.

VALENTE, G. Z. **Determinantes da produtividade no Brasil e no Chile a partir do final do século XX**: um estudo acerca do debate entre as correntes neoclássica e

heterodoxa. 2021. 57 pg. Monografia (Graduação em Relações Internacionais) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

VIANA, J. J. **Administração de Materiais: um enfoque prático**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

WERKEMA, C. **Lean Seis Sigma: Introdução às ferramentas do Lean manufacturing**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

WERKEMA, C. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma**. 3. ed. Rio de Janeiro: CAMPUS, 2012.

Zhu, Q., Johnson, S; Sarkis, J. (2018). Lean six sigma e sustentabilidade ambiental: uma perspectiva hospitalar. Supply Chain Forum: An International Journal, 19 (1), 25–41. <https://doi.org/10.1080/16258312.2018.1426339>.

## REFERENCIAS DOS ARTIGOS ENCONTRADOS

BARBOSA, F. T. A; SILVA, W. S; PERUCHI, R. S; SANTOS, M. Aplicação da metodologia Lean Six Sigma em uma indústria de alimentos: redução dos índices de capital imobilizado na indústria. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XI, 2023, Campina Grande. **Anais [...]**. Campina Grande: [s.n.], 2023. Disponível em: <https://www.dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/32874>. Acesso em: 21 out. 2024.

BERNARDO, I; RODRIGUES, S; SANTOS NETO, S. T; ECLESIANA, G. **Aplicação da metodologia Lean Seis Sigma no aumento de produção em uma indústria do ramo automotivo**. In: XXXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. A Engenharia de Produção e suas contribuições para o

desenvolvimento do Brasil, Maceió, 16-19 out. 2018. Disponível em:  
<https://www.researchgate.net/publication/328978592>. Acesso em: 16 nov. 2024.

CARVALHO LUIZ, L.; MARCELL LARA TYBUSZEUSKY, J.; MARIA DE GENARO CHIROLI, D. Implementação da Metodologia Lean Six Sigma em uma indústria química. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22279/navus.2020.v10.p01-18.1202>. Acesso em: 21 out. 2024.

DEMARCHI, V; SOUZA, T. A; ALVES, P. D. Aplicação do Lean Seis Sigma para aumento de produtividade de ativos: um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXXIII, 2013, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: [s.n.], 2013. Disponível em:  
[https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2013\\_tn\\_sto\\_177\\_013\\_22216.pdf](https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2013_tn_sto_177_013_22216.pdf). Acesso em: 24 out. 2024.

GORGULHO, G; SILVA, L. C; LIMA, C. R. C; PACAGNELA JÚNIOR, A. C. Gestão eficiente de projetos Lean Six Sigma: um estudo de caso em uma indústria automotiva. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Ponta Grossa, PR, 3-5 dez. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net>. Acesso em: 16 nov. 2024.

INÁCIO, J. P. S; PINTO, B. L. F. S; EVANGELISTA, B. M. C; FERNANDES, S. R. B; FOLLY, F. O. S. R. Aumento da produtividade com aplicação do Lean Six Sigma em uma empresa de autopeças. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 39., 2019, Santos. **Anais...** Santos: ABEPRO, 2019. Disponível em: [https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN\\_STO\\_293\\_1659\\_38467.pdf](https://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_293_1659_38467.pdf). Acesso em: 19 out. 2024.

NOGUEIRA, R. R.; COTRIM, S. L.; LEAL, G. C. L. Implantação do lean seis sigma em uma indústria de fios têxteis. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, v. 12, n. 2, p. 67-92, abr./jun. 2017. DOI: 10.15675/gepros.v12i2.1634.

VIEIRA FILHO, F. C; ROSA, G. O; MORALES, D. Aplicação da metodologia Lean Six Sigma na redução da variabilidade do processo de envase em uma indústria de óleo vegetal. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Anais...** São Carlos: ABEPRO, 2010. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/267269200\\_APLICACAO\\_DA\\_METODOLOGIA\\_LEAN\\_SIX\\_SIGMA\\_NA\\_REDUCAO\\_DA\\_VARIABILIDADE\\_DO\\_PROCESSO\\_DE\\_ENVASE\\_EM\\_UMA\\_INDUSTRIA\\_DE\\_OLEO\\_VEGETAL](https://www.researchgate.net/publication/267269200_APLICACAO_DA_METODOLOGIA_LEAN_SIX_SIGMA_NA_REDUCAO_DA_VARIABILIDADE_DO_PROCESSO_DE_ENVASE_EM_UMA_INDUSTRIA_DE_OLEO_VEGETAL). Acesso em: 19 out.

2024.