

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDUARDA GOUDINHO OLIVEIRA

UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O MÉTODO DMAIC ASSOCIADO AO
LEAN SEIS SIGMA COMO GESTOR EM UM PROCESSO DE MANUFATURA
ENXUTA.

JANDAIA DO SUL

2022

EDUARDA GOUDINHO OLIVEIRA

UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O MÉTODO DMAIC ASSOCIADO AO
LEAN SEIS SIGMA COMO GESTOR EM UM PROCESSO DE MANUFATURA
ENXUTA.

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Engenharia de Produção, Campus Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Rafael Germano Dal Molin Filho

JANDAIA DO SUL

2022

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA JANDAIA DO SUL

Oliveira, Eduarda Goudinho

Uma revisão bibliográfica sobre o método DMAIC associado ao Lean Seis Sigma como gestor em um processo de manufatura enxuta. / Eduarda Goudinho Oliveira. – Jandaia do Sul, 2022.

1 recurso on-line : PDF.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Paraná, Campus Jandaia do Sul, Graduação em Engenharia de Produção. Orientador: Prof. Dr. Rafael Germano Dal Molin Filho.

1. DMAIC. 2. Ferramentas de qualidade. 3. Lean Seis Sigma. I. Molin Filho, Rafael Germano Dal. II. Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD 658.4



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PARECER Nº 68 - **EDUARDA GOUDINHO OLIVEIRA/2022/UFPR/R/JA**
PROCESSO Nº 23075.079917/2019-87
INTERESSADO: EDUARDA GOUDINHO OLIVEIRA

TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE O MÉTODO DMAIC ASSOCIADO AO LEAN SEIS SIGMA COMO GESTOR EM UM PROCESSO DE MANUFATURA ENXUTA

Autor(a): EDUARDA GOUDINHO OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau no curso de Engenharia de Produção, aprovado pela seguinte banca examinadora.

RAFAEL GERMANO DAL MOLIN FILHO (Orientador)

MARCO AURÉLIO REIS DOS SANTOS

RODRIGO CLEMENTE THOM DE SOUZA



Documento assinado eletronicamente por **MARCO AURELIO REIS DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/09/2022, às 16:57, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **RAFAEL GERMANO DAL MOLIN FILHO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/09/2022, às 21:42, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



Documento assinado eletronicamente por **RODRIGO CLEMENTE THOM DE SOUZA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 27/09/2022, às 10:41, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **4931190** e o código CRC **D016059B**.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em primeiro lugar à DEUS.

A minha mãe Lucia por todo seu apoio durante este processo de aprendizado e por toda a compreensão, amor e incentivo durante a realização do curso e deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por ter me abençoado, ajudado, me iluminado e fortalecido em todo o processo de aprendizagem deste curso.

A minha Mãe por ser minha referência, minha força e por estar sempre presente em minha vida de uma forma indispensável, além de sempre torcer por mim mesmo não ter tido a oportunidade de estudo na qual tenho.

A minha família e amigos, pelo apoio, amizade e por hoje poder compartilhar a realização de um sonho.

Agradeço em especial ao Prof. Dr. Rafael Germano Dal Molin Filho, orientador deste trabalho, por dividir comigo seus conhecimentos, experiência, competência, paciência e atenção, pois sem sua ajuda não teria realizado minha pesquisa.

Aos outros membros da banca examinadora, o Prof. Dr. Marco Aurélio Reis dos Santos e o Prof. Dr. Rodrigo Clemente Thom de Souza que aceitaram a corrigir e avaliar este trabalho, contribuindo com sua veracidade e qualidade.

A todos os professores que pude conhecer e aprender durante minha vida acadêmica, onde contribuíram de forma esplendorosa em minha formação.

A todos que de forma direta ou indireta fizeram parte da minha formação.

Meu muito OBRIGADA!

EPÍGRAFE

Tudo tem o seu tempo determinado,
e há tempo
para todo propósito debaixo do céu.

Eclesiastes 3:1

RESUMO

Neste trabalho apresenta-se uma Revisão Bibliográfica sobre as metodologias Lean e Seis Sigma, buscando a compreensão da sua origem, bem como o entendimento da qualidade e as ferramentas da qualidade. Têm-se como finalidade identificar quais são as melhorias geradas em um processo de manufatura enxuta pelo uso da metodologia Lean Seis Sigma e DMAIC. O método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*) associada com o Lean Seis Sigma é um método bem definido e estruturado que tem como objetivo transformar as necessidades dos clientes em projetos de melhorias e assim aumentar a qualidade, produtividade e maior lucratividade para a empresa e/ou indústria e/ou organização. O método utilizado é de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) que é caracterizada pela utilização da revisão de literatura científica disponível. A RBS foi estruturada em duas fases de pesquisa, onde foram estruturados critérios de inclusão e exclusão, bem como os qualificadores. Foram citados quatorze artigos que retratavam a aplicação da junção do método DMAIC e Lean Seis Sigma. Destes quatorze artigos apresentados seis pertencem ao setor industrial que se destacam por sua intensidade e aplicabilidade, sendo portanto, o setor que mais tem estudos e aplicações sobre o tema de pesquisa. Os resultados mostram que a principal dificuldade é o envolvimento e o comprometimento da gerência em reconhecer a necessidade de melhoria e a sua implantação e implementação.

Palavras-chave: DMAIC, Ferramentas da Qualidade, Lean Seis Sigma.

ABSTRACT

This work presents a Bibliographic Review on Lean and Six Sigma methodologies, seeking to understand their origin, as well as an understanding of quality and quality tools. The aim is to identify which improvements are generated in a lean manufacturing process using the Lean Six Sigma and DMAIC methodology. The DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) methodology associated with Lean Six Sigma is a well-defined and structured method that aims to transform customer needs into improvement projects and thus increase quality, productivity and greater profitability for the company and/or industry and/or organization. The methodology used is Systematic Bibliographic Review (SBR) which is characterized by the use of the available scientific literature review. The RBS was structured in two research phases, where inclusion and exclusion criteria, as well as qualifiers,, were structured. Fourteen articles were cited that portrayed the application of the junction of the DMAIC and Lean Six Sigma methodology. Of these fourteen articles, six belong to the industrial sector that has more studies and applications on the research topic. The results show that the main difficulty is the involvement and commitment of the management in recognizing the need for improvement and its implementation and implementation.

Keywords: DMAIC, Quality Tools, Lean Six Sigma.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRURA DA MONOGRAFIA	14
FIGURA 2 - OBJETIVOS DE MELHORIA.....	21
FIGURA 3 - MÉTODO DMAIC	23
FIGURA 4 - FASES DA PESQUISA.....	28
FIGURA 5 - RESULTADO DA PESQUISA NO PERIODICO CAPES COM FILTRO	30

LISTA DE QUADROS E TABELAS

QUADRO 1 - DEFINIÇÕES DA QUALIDADE	17
QUADRO 2 - FERRAMENTAS DA QUALIDADE	18
QUADRO 3 - MÉTODOS DE CÁLCULO DO NÍVEL SIGMA	21
QUADRO 4 - FASES DO DMAIC, AÇÃO, OBJETIVOS E FERRAMENTAS	24
QUADRO 5 - CRITÉRIOS DE INCLUSÃO DE TRABALHOS	27
QUADRO 6 - CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO DE TRABALHOS	27
QUADRO 7 - CRITÉRIOS QUALIFICADORES DE TRABALHOS	28
QUADRO 8 - ARTIGOS ENCONTRADOS NOS PORTAIS DE BUSCA	31
QUADRO 9 - ARTIGOS ENCONTRADOS NAS REVISTAS	32
QUADRO 10 - ARTIGOS ENCONTRADOS POR SETOR DE APLICAÇÃO	33
QUADRO 11 - ALGUNS TRABALHOS QUE ESTUDARAM A APLICAÇÃO DO DMAIC ASSOCIADO AO LEAN SEIS SIGMA	33
QUADRO 12 - PRINCIPAIS DIFICULDADES REALÇADAS NA INTEGRAÇÃO ENTRE A METODOLOGIA DMAIC APLICADA COM O LEAN SEIS SIGMA	38
QUADRO 13 - PRINCIPAIS BENEFÍCIOS REALÇADAS NA INTEGRAÇÃO ENTRE A METODOLOGIA DMAIC APLICADA COM O LEAN SEIS SIGMA	39
TABELA 1 – NÍVEIS DE SIGMA E ÍNDICE PPM	22

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior
CEP	- Controle Estatístico do Processo
CTQ	- Critical to Quality
DMAIC	- Define, Measure, Analyse, Improve, Control
DPMO	- Defects Per Million Opportunities
DPO	- Defeitos Por Oportunidades
DPU	- Defeitos Por Unidades
ENEGEP	- Encontro Nacional de Engenharia de Produção
FMEA	- Failure Mode and Effects Analysis
LSS	- Lean Six Sigma
MASP	- Método de Análise e Solução de Problemas
OEE	- Overall Equipment Effectiveness
PDCA	- Plan, Do, Check, Act
PIM	- Pólo Industrial de Manaus
RBS	- Revisão Bibliográfica Sistemática
SCIELO	- Brasil Scientific Electronic Library Online
SGQ	- Sistema de Gestão da Qualidade
5S	- Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke
σ	- Sigma

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	12
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
1.4 OBJETIVOS	14
1.4.1 Objetivo geral	14
1.4.1.1 Objetivos específicos	14
1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 GESTÃO DA QUALIDADE	16
2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE	18
2.3 LEAN SEIS SIGMA	20
2.4 O MÉTODO DMAIC	22
3 MÉTODOS DE PESQUISA	26
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	26
3.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA	26
3.3 FONTES DE PESQUISA	26
3.4 PALAVRAS DE BUSCA	27
3.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DE ARTIGOS	27
3.6 CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO DE TRABALHOS	28
3.7 MÉTODOS E FERRAMENTAS	28
4 DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS SELECIONADOS	30
4.1 UMA SINTESE DE REPRESENTAÇÃO	30
4.2 PRINCIPAIS RESULTADOS SOBRE AS PUBLICAÇÕES ENCONTRADAS	33
4.3 UMA SÍNTESE SOBRE OS PRINCIPAIS RESULTADOS	37
4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
5 CONCLUSÃO	41
5.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	42
5.2 TRABALHOS FUTUROS	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Seis Sigma é um programa de melhoria que tem por objetivo a redução de desperdícios da não qualidade. O método Seis Sigma surgiu na empresa Motorola nos anos 1980 e em 1987 a empresa ganhou o prêmio *Malcom Baldrige* de excelência em qualidade devido ao uso da metodologia Seis Sigma (CARPINETTI 2017). Em análogo, o *Lean Manufacturing* foi criado pela empresa Toyota no Japão, buscando a redução de todos os tipos de desperdícios: “superprodução, tempo de espera, transporte, excesso de processamento, inventario, movimento e defeitos” (MANFREDINI & SUSKI, 2010, p.5).

As ferramentas da qualidade são fundamentais para a realização de melhorias no processo, pois identificam e apontam os principais causadores de falhas no sistema, buscando sua redução ou eliminação como resultados finais. Atualmente existem muitas ferramentas e métodos da qualidade que buscam eliminar os desperdícios, perdas, falhas, propondo um ambiente mais limpo e organizado, aumentando assim o desempenho e competitividade entre as empresas, sempre em busca da melhoria contínua, entre elas tem-se: Ciclo *PDCA* (*Plan, Do, Check, Act*), *5S* (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsuke*), *5W2H*, *MASP* (*Método de Análise e Solução de Problemas*), *DMAIC* (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) entre outras (CARPINETTI, 2017).

O método *DMAIC* para *Krishnan e Prasath (2018)* é um roteiro para a solução de problemas e melhoria de produtos e/ou processos. Devido à similaridade com o Ciclo *PDCA* e a facilidade na aplicação, o método é amplamente utilizado em processos que buscam a melhoria contínua. O *DMAIC* se destaca pela satisfação dos clientes e a contínua redução da variabilidade (*LYNCH et al., 2003*). Por sua facilidade e simplicidade, o método geralmente é aplicado dentro da metodologia Seis Sigma com referencial no âmbito organizacional.

Por meio de estudos realizados sobre a aplicação entre os métodos e ferramentas da qualidade e como elas se integram e os resultados que as mesmas podem gerar, faz com que cada vez mais as mesmas vêm sendo utilizadas em conjunto. Entre as metodologias que se integram tem-se o *Lean* e o Seis Sigma que

são metodologias distintas, porém que podem apresentar muita sinergia (VENANZI e LAPORTA, 2015).

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A metodologia Lean Seis Sigma quando bem aplicada gera resultados satisfatórios aos clientes, além de proporcionar um pensamento estratégico aos envolvidos e mantendo-se o foco de se alcançar sempre uma melhoria contínua, ou seja, sempre tem algo que pode ser melhorado. Dessa forma o presente trabalho realizará uma pesquisa com base numa intervenção de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) que respondeu a seguinte problemática de pesquisa “Quais são as principais realizações e melhorias geradas pela utilização da metodologia Lean Seis Sigma com uso do método DMAIC em um processo retratadas na literatura?”

1.3 JUSTIFICATIVA

Com o atual cenário e o aumento crescente da concorrência entre as empresas e o nível de exigência dos consumidores cada vez mais alto, fez com que o *Lean* e o Seis Sigma integrassem entre si suas metodologias, onde procura eliminar as perdas e reduzir os defeitos, agregando os benefícios de cada uma das duas metodologias (PAMFILIE, 2012).

A metodologia Lean Seis Sigma atrelado ao programa-DMAIC tem como objetivo reduzir desperdícios em um processo, bem como promover padrões de conformidade e desempenho. Tal metodologia propicia que a sua realização seja em fases de forma organizada e sistemática, permitindo assim a identificação dos agentes causadores de falhas e desperdícios bem como o monitoramento e controle do sistema de produção.

Como justificativa, o presente trabalho realizou uma Revisão Sistemática de Literatura onde apresentou os benefícios que a empresa pode-se ter com o uso do método DMAIC pela metodologia Lean Seis Sigma por meio de estudos e aplicações realizadas. Do ponto de vista acadêmico, o presente trabalho contribuiu com o conhecimento e capacitação para a gestão da qualidade e suas operações, bem como a aplicação das metodologias.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Identificar a partir de uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) quais são as melhorias geradas em um processo de manufatura enxuta pelo uso da metodologia Lean Seis Sigma com o uso do método DMAIC.

1.4.1.1 Objetivos específicos

1. Analisar o método DMAIC aplicada com o Lean Seis Sigma;
2. Analisar as principais dificuldades de integração e aplicação entre o DMAIC e o Lean Seis Sigma encontrados na literatura;
3. Apresentar os benefícios da aplicação do DMAIC dentro da metodologia Lean Seis Sigma com base na literatura;

1.5 APRESENTAÇÃO DO TRABALHO

A presente monografia é estruturada em cinco capítulos que são apresentados em síntese na figura 1:

FIGURA 1 - ESTRURA DA MONOGRAFIA



Fonte: Autora (2022)

No Capítulo 1: apresentou a introdução com a contextualização da pesquisa, os objetivos geral e específicos e a justificativa da importância da presente pesquisa;

No Capítulo 2: foi apresentado a revisão bibliográfica, explorando os conceitos da área da Qualidade, o método DMAIC e a metodologia Lean Seis Sigma;

No Capítulo 3: foi discorrido o enquadramento da pesquisa e os procedimentos metodológicos aplicados para o desenvolvimento do trabalho;

No Capítulo 4: foi demonstrado os resultados obtidos e suas análises;

No Capítulo 5: foi relatado os objetivos atingidos, bem como as dificuldades encontradas no decorrer da pesquisa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com a finalidade de fundamentar esta pesquisa afim de se obter os objetivos propostos, foi apresentado os principais conceitos relacionados ao tema de pesquisa. Sendo assim, foram estruturados quatro subcapítulos: Gestão da Qualidade, Ferramentas da Qualidade, Método DMAIC e a Metodologia Lean Seis Sigma.

2.1 GESTÃO DA QUALIDADE

O conceito de qualidade na época atual têm-se diversos significados e interpretações, sendo abstrato a sua definição, onde que, para alguns a qualidade é definida como a satisfação dos clientes e para outros é definida como a ausência de defeitos. Sendo assim, o conceito de qualidade depende do contexto o qual está inserido e avaliado. Para *Deming (1990)* qualidade é “sentir orgulho pelo trabalho bem feito” onde eleva a produtividade organizacional. Já para *Juran (1992)* a qualidade é descrita como a “aptidão ao uso”.

A ISO também apresenta conceitos referente a qualidade, onde que a ISO 2005 define qualidade como: “grau no qual um conjunto de características inerentes satisfaz a requisitos”, ou seja, é o nível de perfeição em um processo realizado pela empresa. A fim de aprimorar e conseguir competir no âmbito nacional e internacional a qualidade tem-se tornado uma característica primordial tanto em seu processo, produtos e serviços.

Falconi (2004) define qualidade como: “um produto ou serviço de qualidade é aquele que atinge por completo, de forma confiável, acessível, e no tempo certo os objetivos do cliente”. Esta definição significa um produto e/ou serviços e/ou processos sem erros, sem variabilidade, feita na quantidade exata e entregue no prazo certo. O quadro 1 apresenta diferentes definições de qualidade por diferentes autores, onde é possível analisar que a qualidade pode ser relativo ou depender do aspecto e processo que se quer obter.

QUADRO 1 - DEFINIÇÕES DA QUALIDADE

AUTOR	DEFINIÇÃO
Shewhart (1920)	Qualidade é o monitoramento de todo o processo e não apenas o monitoramento da entrada e saída.
Maslow (1943)	Qualidade são necessidades não satisfeitas.
Feigenbaum (1949)	Qualidade é o que o cliente determina, ou seja, o que satisfaz a expectativa do cliente.
Ishikawa (1962)	Qualidade é um produto econômico, útil e satisfatório ao consumidor.
Crosby (1979)	Qualidade é a conformidade com as especificações.
Taguchi (1980)	Qualidade é eliminar variações na produção antes que ocorra.
Juran (1992)	Qualidade é aptidão ao uso, ou seja, ausência de defeitos.
Deming (1990)	Qualidade não vem da inspeção e sim da melhoria do processo produtivo, ou seja, é tudo o que melhora no ponto de vista do cliente.
Montgomery (2004)	Qualidade é inversamente proporcional a variabilidade.
Benetti (2010)	A qualidade aumenta quando a variabilidade decresce.

Fonte: Autora (2022)

Tendo-se as principais definições e evoluções da qualidade, nota-se que o conceito está relacionado a aspectos técnicos dos produtos e serviços, mas também, a exigência do mercado com o intuito de tornar o produto mais atrativo e assim interferindo na decisão do consumidor (CARPINETTI, 2017). Sendo assim, as organizações devem oferecer produtos e serviços com padrões de qualidade que satisfaçam aos desejos dos clientes sobre todos os aspectos (LONGENECKER; MOORE; PETTY, 1997). Para as organizações obterem o nível desejado de qualidade é necessário se ter uma boa gestão da qualidade seguida por normas, métodos e procedimentos.

2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas da qualidade representam importantes e necessários instrumentos para que os Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) obtenham máxima eficiência e eficácia (BAMFORD; GREATBANKS, 2005; ALSALEH, 2007). As ferramentas da qualidade permitem a satisfação do cliente, melhoria no processo e produtos tornando a organização mais competitiva, por meio de seus métodos é possível identificar a solução para vários problemas desde a causa raiz.

Essa prática gera confiabilidade e produz consideráveis vantagens à empresa em relação aos seus concorrentes (CARNEVALLI; MIGUEL; CALARGE, 2008). Existem diversas ferramentas da qualidade onde segundo Khanna, Laroia e Sharma (2010) as ferramentas da qualidade mais comuns e usados por empresas, são os apresentados no quadro 2.

QUADRO 2 - FERRAMENTAS DA QUALIDADE

FERRAMENTAS	SÍNTESE CONCEITUAL E INFORMAÇÕES GERAIS
5S	<i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiktsu e Shitsuke</i> , de origem japonesa ou em português Descarte, Arrumação, Limpeza, Saúde e Disciplina. Tem como objetivos a diminuição de desperdícios e custos e aumento da produtividade baseado na melhoria da qualidade de vida dos funcionários e modificações no ambiente de trabalho (KHANA, 2009).
5W2H	Trata-se de uma ferramenta que auxilia na estruturação de planos de ação a partir de questões-chave (Oque? Quem? Quando? Onde? Por que? Como? Quanto? (LIN; LUH, 2009).
Análise do modo e do efeito das falhas (FMEA)	É um processo sistemático e documentado para avaliação e redução de riscos de falhas em projetos e processos. Seu objetivo é identificar, definir, priorizar e reduzir os potenciais de falhas o mais cedo possível, diminuindo as chances de sua ocorrência tanto nos clientes internos como externos (LAGROSEN; LAGROSEN, 2005; BAMFORD; GREATBANKS, 2005; JOHANSSON <i>et al.</i> ; 2006).
Benchmarking	É um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos, serviços e processos em organizações que são reconhecidas como possuidoras das melhores práticas, com a finalidade de servir de referência para organizações menos avançadas (ROBSON; MITCHELL, 2007; KHANNA, 2009).
Brainstorming	É um processo de grupo em que os indivíduos emitem ideias de forma livre, em grande quantidade, sem críticas e no menor espaço de tempo possível (KKHANNA, 2009; BAMFORD; GREATBANKS, 2005).

Continuação

FERRAMENTAS	SÍNTESE CONCEITUAL E INFORMAÇÕES GERAIS
Controle Estatístico do Processo (CEP)	Controla a variação da média e desvio padrão de uma determinada grandeza utilizando as cartas de controle. Objetiva manter os processos dentro dos limites estabelecidos (LAGROSEN; LAGROSEN, 2005; CHILESHE, 2007).
Diagrama de Ishikawa	É uma representação gráfica que permite a organização de informações por semelhança a partir de seis eixos principais (método, material, máquinas, meio ambiente, mão de obra e medição), possibilitando a identificação das possíveis causas de um determinado problema, ou efeito, de forma específica e direcionada (IVANOVIC; MAJSTOROVIC, 2006; VENKATRAMAN, 2007).
Fluxograma	Representa a sequência de atitudes e processos, demonstra o fluxo dessas ações e permite a identificação de problemas e qual a sua origem (LAGROSEN; LAGROSEN, 2005; AHMED; HASSAN, 2003; JOHANSSON <i>et al.</i> ; 2006).
Gráfico de Pareto	É uma ferramenta gráfica e estatística que organiza e identifica os dados de acordo com suas prioridades, como por exemplo pela decrescente ordem de frequência (CHILESHE, 2007; HAGEMEYER; GERSHENSON; JOHNSON, 2006).
Histograma	É uma ferramenta estatística que, em forma de gráfico de barras, ilustra a distribuição de frequência (LAGROSEN; LAGROSEN, 2005; HAGEMEYER; GERSHENSON; JOHNSON, 2006).
Poka Yoke	Objetiva a minimização de erros por meio de sistematização de mecanismos simples de prevenção. Tem o significado “a prova de erros” em português (FISHER, 1999; DAS <i>et al.</i> ; 2008).
Setup Rápido	É utilizado para reduzir o tempo de troca de ferramentas. Objetiva eliminar os setups ou, último caso, mudar os setups internos para externos (CHILESHE, 2007; HAGEMEYER; GERSHENSON; JOHNSON, 2006).
Times da Qualidade	Também conhecidos como círculos de controle da qualidade, são pequenos grupos de colaboradores, em geral de 5 a 10 profissionais, que se reúnem voluntariamente e de forma regular para monitorar, identificar, analisar e propor soluções para os problemas organizacionais (denominados de projetos) principalmente aqueles relacionados à produção (LYU JUNIOR; CHANG; CHEN, 2009).

FONTE: Adaptado de (OLIVEIRA, JOSE AUGUSTO *et al.*; 2011)

A fim de se obter a aplicação correta das ferramentas, existe a norma regulamentadora, que é um documento de uso voluntário, formulado por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece regras, diretrizes e

características mínimas para atividades ou para algum resultado (ABNT, 2020 a). A norma com reconhecimento internacional relacionado a qualidade é a ISO 9001:2015–Sistema de Gestão da Qualidade onde apresenta uma abordagem preventiva e sistemática, amparado na padronização dos processos e métodos de trabalho com o objetivo de reduzir falhas internas e prevenir problemas (MELO, 2008).

2.3 LEAN SEIS SIGMA

Lean Seis Sigma é uma metodologia que integra as metodologias *Lean* e *Seis Sigma* para solução de um determinado problema. Essa metodologia procura eliminar as perdas e reduzir os defeitos, agregando os benefícios de cada uma das duas metodologias (PAMFILIE, 2012). É de senso comum que a integração dessas duas metodologias o resultado é mais eficaz e abrangente resultando na diminuição de perdas, custos de produção e tempos operacionais.

Para Qutaish e Sarayreh (2008), o *Seis Sigma* foi inventado pela *Motorola Company* em 1986 e definido como uma métrica para medir defeitos e melhoria da qualidade. *Sigma* é um símbolo grego representado por “ σ ”, onde verifica-se a variabilidade e o desempenho do processo produtivo, sendo considerado como produto e/ou peça defeituosa o que estiver fora do padrão.

Segundo Welch (2001), apontado por Magalhães e Oliveira (2011, p.6),

[...] o grande engano é supor que o *Seis Sigma* trate de controle da qualidade e de formulas estatísticas. Em parte é isso, mas não fica só nisso. Vai muitíssimo além. Em última instancia, impulsiona a melhoria da liderança, ao fornecer instrumentos para que se raciocine sobre assuntos difíceis. No âmago do *Seis Sigma*, agita-se uma ideia capaz de variar uma empresa pelo avesso, deslocando o foco da organização para fora de si própria e convergindo-o no cliente.

Com o intuito de se alcançar a qualidade do nível Seis Sigma, de acordo com os objetivos do estudo, a metodologia fornece uma estrutura de melhoria conhecida como o método DMAIC. Snee (2010) apresenta os objetivos das metodologias e as necessidades da organização, apresentado na figura 2.



FONTE: Adaptado de Snee (2010)

Para alcançar os objetivos apresentados na figura 2, várias ferramentas da qualidade podem ser utilizadas para o alcance dos objetivos de cada etapa.

O Nível Sigma é uma medida usada para indicar com que frequência os defeitos provavelmente ocorrerão. Sigma refere-se a um desvio padrão, onde que, Seis Sigma (6σ) significa seis desvios padrão, e o processo que opera no Seis Sigma experimenta 3,4 erros por bilhão de eventos. Sankar (2011) reafirma a necessidade de controlar a média e a variabilidade de um processo para que assim não gere gastos desnecessários.

Existem dois métodos para se calcular o nível sigma, que pode ser: Defeitos por Milhão de Oportunidade (DPMO) e pelo Valor Z. O quadro 3 apresentou a diferença entre esses dois métodos.

QUADRO 3 - MÉTODOS DE CÁLCULO DO NÍVEL SIGMA

MÉTODO	TIPOS DE DADOS	DESCRIÇÃO
VALOR Z	Variável / Contínuo	Os dados têm que ter uma distribuição aproximadamente normal. Calcula-se o valor Z que é o próprio nível sigma.
DPMO	Atributo / Discreto	É necessário pelo menos cinco defeitos

FONTE: Ribeiro (2020)

O Sigma pode ser representado pelo Índice Partes por Milhão (PPM) que pode estar relacionado com o número de defeitos, assim como mostra a tabela 1. Nota-se na tabela 1 que quanto maior o sigma, maior é a variação do processo e quanto menor o sigma, menor a variação no processo (*PANDE, 2000*).

TABELA 1 – NÍVEIS DE SIGMA E INDICE PPM

NÍVEL SIGMA	PPM (DEFEITOS POR MILHÃO)
1	690.000
2	308.537
3	66.807
4	6210
5	233
6	3,4

FONTE: Adaptado de Pande (2000)

Wheeler (2002) apresenta outras maneiras de medir o sucesso do Seis Sigma, sendo elas: Características Críticas para a Qualidade (CTQ – *Critical to Quality*), Defeitos Por Unidade (DPU), Defeitos Por Oportunidade (DPO) e Defeitos Por Milhão de Oportunidades (DPMO).

Venanzi e Laporta (2015) destacam que a aplicação do *Lean* Seis Sigma pode resultar em diminuição de perdas, custos de produção e diminuição dos tempos operacionais. Ressalta-se também que a combinação da metodologia *Lean* com a metodologia Seis Sigma propõe ao processo agilidade, flexibilidade e benefícios na produção entre outros. De forma simples pode-se dizer sobre a metodologia que o Seis Sigma é a estrutura básica e o *Lean* são os conceitos e ferramentas de apoio.

2.4 O MÉTODO DMAIC

O método DMAIC está inserido na metodologia Seis Sigma que é um dos métodos para solucionar problemas e desenvolver projetos de melhoria podendo ser aplicada como referência no âmbito organizacional da empresa. Segundo *Pandi*

(2005, *apud* SCATOLIN, 2005) o método DMAIC é uma ferramenta que tem como finalidade identificar, quantificar e minimizar as fontes de variação de um processo, assim como sustentar e melhorar o desempenho deste processo após seu aperfeiçoamento.

Os estágios do método DMAIC buscam definir as oportunidades de melhoria, medir os desafios ou situações indesejadas através de dados coletados, analisar as informações obtidas, introduzir melhorias no processo através de novos conhecimentos e controlar os processos otimizados (ANDRIETTA, MIGUEL, 2002). Em sequência a Figura 3 mostrou as cinco fases do método.

FIGURA 3 - MÉTODO DMAIC



FONTE: Adaptado de Krishnan e Prasath (2018)

Segundo *Reis (2003)* as etapas do *DMAIC* contém os seguintes objetivos:

- D – Definir: definição de oportunidade;
- M – Medir: medição dos processos;
- A – Analisar: análise de dados e conversão em informações que indiquem soluções (determinação das causas);
- I – Melhorar: aperfeiçoamento dos processos e obtenção de resultados;
- C – Controlar: manutenção dos ganhos obtidos.

O quadro 4 apresentou a sequência das fases do método DMAIC, bem como os objetivos e exemplos de ferramentas da qualidade que podem ser usadas nas respectivas fases.

QUADRO 4 - FASES DO DMAIC, AÇÃO, OBJETIVOS E FERRAMENTAS

ETAPA	AÇÃO	OBJETIVOS	FERRAMENTAS
Define (Definir)	Descrever o problema e avaliar seu impacto sobre os clientes, estratégia e resultados financeiros da empresa; Selecionar projetos que serão utilizados na busca de solução de problemas; Definir as metas que devem ser alcançadas	Definir o escopo do projeto: importância, equipe, cronograma....	Termo de Abertura (Project Charter); Gráficos de Controle; Análise de séries temporais; VOC (Voz do Cliente); Análises econômicas.
Measure (Medir)	Definir quais as características do projeto que deverão ser monitoradas, de que forma os dados serão obtidos e registrados e quais as especificações do projeto	Determinar o foco do problema, verificar a confiabilidade dos dados e coletar dados	Coleta de Dados; Estratificação; Amostragem; Folha de Verificação; Diagrama de Pareto; Histograma; Índice de Capacidade.
Analyse (Analisar)	Analisar os dados e os processos envolvidos; Determinar as causas que contribuem para o baixo desempenho do processo.	Analisar o processo para determinar as causas potenciais do problema	Fluxograma; Mapa do Processo / Produto; FMEA (Failure Mode and Effects Analysis); Brainstorming; Diagrama de Causa e Efeito; Planejamento de Experimentos.
Improve (Melhorar e/ou Aperfeiçoar)	Gerar ideias a respeito das soluções potenciais para eliminação das causas dos problemas detectados na etapa anterior. Testar estas soluções a fim de verificar se a solução escolhida pode ser implementada em larga escala.	Identificar e avaliar as soluções prioritárias e aperfeiçoá-las	Brainstorming; Diagrama de Causa e Efeito; FMEA; Teste de mercado; Stakeholder Analyses; Simulação; 5W2H; PERT (Program Evaluation and Review) / COM (Critical Path Method).
Control (Controlar)	Aplicar a solução da quarta etapa em larga escala e controlar o desempenho do processo ao longo do tempo; Padronizar as alterações realizadas no processo com a adoção das soluções; Definir um plano de ações corretivas caso surjam problemas no processo.	Garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo e padronizar as alterações	Cartas de controle; Histograma; Índice de capacidade; Manuais; Procedimento padrão; Relatório de Anomalias Reuniões.

FONTE: Adaptado de Werkema (2004)

Cada uma das fases do método DMAIC apresentados no quadro 3 envolvem várias atividades a serem desenvolvidas e executadas, bem como o uso correto das ferramentas da qualidade, pois, a determinação de quais ferramentas deve ser utilizada é indispensável, sendo que a aplicação correta das ferramentas ao longo do método se torna mais eficiente e aplicável, não sendo necessário a utilização de todas as ferramentas (*KRISHNAN e PRASATH, 2018*).

3 MÉTODOS DE PESQUISA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O método utilizado para a realização deste trabalho é Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS). Tal método é caracterizado pela utilização da revisão de literatura científica que pode ser encontrada em anais, artigos, livros e periódicos. Para assegurar a veracidade e a qualidade da presente pesquisa, a coleta de dados foi realizada no periódico CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior) devido a facilidade ao acesso e a confiabilidade dos dados. O estudo iniciou-se no mês de Fevereiro de 2022 com o conceito do projeto e aprovação de desenvolvimento no mês de Maio.

As abordagens aplicadas nesta pesquisa é predominantemente qualitativas, pois é utilizado de uma revisão de literatura, sendo atributos que não podem ser traduzidos em números. Quanto aos objetivos, a pesquisa é exploratória porque busca maior familiaridade com o problema. Em relação aos procedimentos técnicos, a pesquisa é considerada como um estudo de caso por permitir um amplo e detalhado conhecimento dos objetivos estudados (GIL, 1991). O estudo busca abranger o conhecimento sobre determinada área (SILVA e MENEZES, 2005).

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA

Para a realização da identificação das melhorias em um processo de manufatura pelo uso da metodologia Lean Seis Sigma em conjunto com o DMAIC, foi realizado um levantamento de dados mediante a plataforma on-line de pesquisa bibliográfica designada como “Periódico CAPES”.

3.3 FONTES DE PESQUISA

Neste capítulo foi definido as fontes com os principais artigos e autores para a realização deste trabalho. Foi utilizado portais de busca como: Periódico da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento do Ensino Superior), Anais do Enegep (Encontro Nacional de Engenharia de Produção) e o Portal Scielo (Brasil Scientific Electronic Library Online). Após a definição do portal de busca foi definido os critérios de inclusão e exclusão de artigos para o estudo. Os portais citados acima foi utilizado devido ao fácil acesso acadêmico e sua confiabilidade nos dados.

3.4 PALAVRAS DE BUSCA

Para encontrar artigos relacionados ao tema de pesquisa foi inserido nos portais de pesquisa palavras-chave sobre o tema, como:

- Seis Sigma / Six Sigma;
- DMAIC;
- Seis Sigma com DMAIC

Nos portais de busca foram digitados as palavras exatamente como estão acima item por item, e assim foi possível elaborar o quadro 8, 9 e 10 que é apresentado a seguir.

3.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DE ARTIGOS

Em busca de definir os critérios de inclusão e exclusão de trabalhos, têm-se atenção em atender os objetivos da pesquisa. Portanto o quadro 5 apresenta os critérios utilizados para inclusão.

QUADRO 5 - CRITÉRIOS DE INCLUSÃO DE TRABALHOS

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO DO CRITÉRIO DE INCLUSÃO
01	Serão incluídos trabalhos que utilizam o Lean Seis Sigma.
02	Serão incluídos trabalhos publicados e disponíveis integralmente nas bases de busca científica.
03	Serão incluídos trabalhos da metodologia Lean Seis Sigma que utilizam o método DMAIC para melhoria contínua.

FONTE: Autora (2022)

O quadro 6 apresenta os critérios de exclusão de trabalhos, ou seja, a exclusão de trabalhos que não compactuam com o objetivo da pesquisa.

QUADRO 6 - CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO DE TRABALHOS

CRITÉRIO	DESCRIÇÃO DO CRITÉRIO DE EXCLUSÃO
01	Serão excluídos trabalhos que não utilizam o Lean Seis Sigma.
02	Serão excluídos trabalhos a respeito do Lean Seis Sigma que não utilizam o método DMAIC.
03	Serão excluídos trabalhos que não apresentem resumo.

FONTE: Autora (2022)

3.6 CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO DE TRABALHOS

O critério de qualificação de trabalhos é utilizado para verificar a relevância do trabalho encontrado nos portais de buscas e a sua contribuição para a presente pesquisa. Dessa forma o quadro 7 apresenta os critérios para esta pesquisa.

QUADRO 7 - CRITÉRIOS QUALIFICADORES DE TRABALHOS

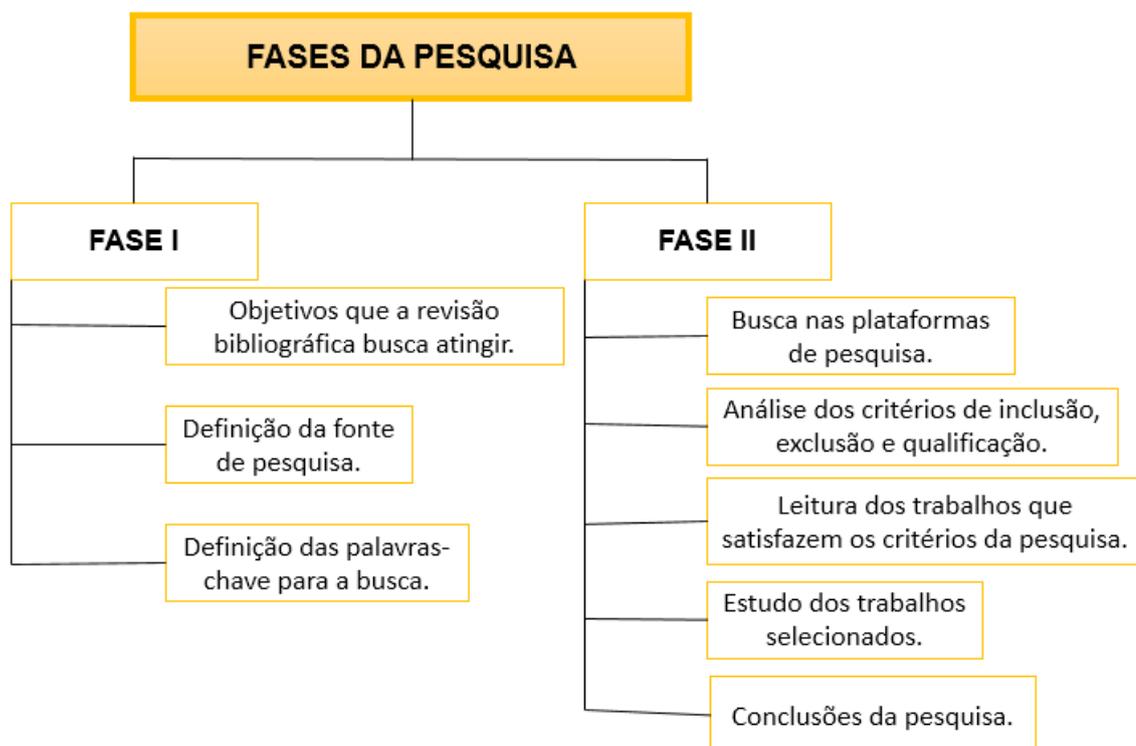
CRITÉRIO	DESCRIÇÃO DO CRITÉRIO QUALIFICADOR
01	O Lean Seis Sigma utiliza o DMAIC?
02	Foi realizado alguma melhoria?
03	As etapas da pesquisa seguiu as fases do DMAIC?

FONTE: Autora (2022)

3.7 MÉTODOS E FERRAMENTAS

Nesta etapa da pesquisa foi definido o método de busca que se inicia pela definição dos objetivos da Revisão Bibliográfica. Para alcance dos objetivos a pesquisa foi estruturada em duas fases, como apresentado na figura 4.

FIGURA 4 - FASES DA PESQUISA



FONTE: Autora (2022)

A Fase I apresentada na Figura 4 delimita o escopo do projeto e o problema de pesquisa, assim como o referencial teórico e os principais conceitos relacionados a pesquisa, bem como a fonte da pesquisa, critérios para a análise dos trabalhos e áreas relacionadas com o tema da pesquisa. É nesta fase que foi determinado o enquadramento metodologia da pesquisa.

A Fase II foi realizada a aplicação do método de pesquisa, laboração e avaliação de artigos, dissertações e teses disponíveis nas fontes de busca. Posteriormente foi feito uma análise dos trabalhos selecionados e em seguida a conclusão deste trabalho.

4 DESCRIÇÃO DOS TRABALHOS SELECIONADOS

4.1 UMA SINTESE DE REPRESENTAÇÃO

Conforme o método aplicado para esta Revisão Bibliográfica por meio do portal Periódico CAPES, foram encontrados artigos relacionados ao tema, assim como mostra a figura 5. Para selecionar os resultados apresentados na figura 5, foram inseridos filtros nos dados de análise, sendo eles: pesquisa por busca avançada em qualquer idioma no período de vinte anos. O termo de busca escolhido foi qualquer campo que tenha o Seis Sigma e com qualquer assunto que contém o DMAIC sendo o material revisado por pares com acesso aberto. Mais detalhes são apresentados no Apêndice 1. A figura 5 apresenta o resultado da pesquisa no Periódico CAPES com a aplicação dos filtros relatados, nota-se que o volume de artigos encontrados foram de 8 resultados. Para aumentar o número de resultados encontrados para a pesquisa, foi utilizado outros portais de busca como o portal Scielo e os anuais Enegep.

FIGURA 5 - RESULTADO DA PESQUISA NO PERIODICO CAPES COM FILTRO

The screenshot shows the search interface of the Periódico CAPES. At the top, the search criteria are displayed: "Qualquer campo contém seis sigma E Assunto contém dmaic". The search button is labeled "BUSCAR". Below the search bar, there are filters applied: "Periódicos revisados por...", "Acesso Aberto", and "Artigos". The search results show 8 results, with the first article highlighted. The article title is "APLICAÇÃO DO LEAN SEIS SIGMA PARA MELHORIA DA ETAPA DE SEPARAÇÃO MAGNÉTICA DE ALTA INTENSIDADE EM UMA EMPRESA DE MINERAÇÃO". The authors listed are M T G Guimaraes, P E C Pereira, G G Silva, H S Diniz-Pinto, and R De P Araújo. The abstract describes the application of Lean Six Sigma methodology to improve the operational efficiency of the High Intensity Magnetic Separation step. The article is marked as "REVISADO POR PARES" and "Acesso Aberto".

FONTE: Periódico CAPES

Para o tema em estudo foi encontrado vários artigos relacionados assim como mostra o quadro 8.

QUADRO 8 - ARTIGOS ENCONTRADOS NOS PORTAIS DE BUSCA

PORTAL DE BUSCA	SEIS SIGMA	DMAIC	INTEGRAÇÃO DO SEIS SIGMA COM DMAIC
Periódico CAPES	4.182	2.509	32
Anais ENEGEP	14	20	0
Portal Scielo	35	3	0
TOTAL	4.231	2.532	32

FONTE: Autora (2022)

Os resultados apresentados no quadro 8 são sem a utilização de filtros. Sendo assim nota-se que o portal Periódico CAPES apresenta o maior volume de artigos encontrados para qualquer uma das palavras digitadas na busca. Em segundo lugar tem-se os anais Enegep e em terceiro lugar o portal Scielo. Somando os artigos dos três portais de busca separados de acordo com as palavras de busca tem-se:

- Seis Sigma = $(4.182 + 14 + 35) = 4.231$ artigos;
- DMAIC = $(2.509 + 20 + 3) = 2.532$ artigos;
- Integração do Seis Sigma com DMAIC = $(32 + 0 + 0) = 32$

Somando os três portais de busca totaliza 6.795 artigos como resultado. Portanto, afim de, minimizar esse resultado e encontrar artigos que estejam diretamente relacionado com esta pesquisa foi aplicado os filtros citados anteriormente.

O quadro 9 apresenta o resultado de artigos encontrados nos portais de busca por revista, onde os resultados apresentados no quadro 9 são separados por ano e por busca avançada.

QUADRO 9 - ARTIGOS ENCONTRADOS NAS REVISTAS

ANO	ANAIS ENESEP	PORTAL SCIELO	ENTRE CIÊNCIA E INGENIERÍA	TEORIA E PRÁTICA EM ADMINISTRAÇÃO	TECNOLOGÍA EM MARCHA
2002	3	0	0	0	0
2003	5	0	0	0	0
2004	2	0	0	0	0
2005	5	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0
2007	1	0	0	0	0
2008	4	1	0	0	0
2009	1	1	0	0	0
2010	1	1	0	0	0
2011	3	0	0	0	0
2012	4	0	0	1	0
2013	1	1	0	0	0
2014	3	1	0	0	1
2015	4	0	0	0	0
2016	5	0	0	0	0
2017	6	0	0	0	0
2018	3	0	0	0	0
2019	5	0	0	0	0
2020	7	0	0	0	0
2021	8	1	1	0	0
TOTAL	71	6	1	1	1

FONTE: Autora (2022)

Por meio dos dados apresentados no quadro 9 nota-se que este tema ainda é muito novo e está passando por estudos e aplicações e que tal metodologia é conhecida por grandes indústrias que possuem processos mecanizados, robotizados e sofisticados. Através do quadro 9 verifica-se que as publicações sobre este assunto são maiores nos últimos oito anos comparando com as publicações de vinte anos atrás.

Para selecionar os artigos encontrados nos portais de busca foi analisado a aplicação da metodologia de acordo com os setores de aplicação, assim como mostra o quadro 10.

QUADRO 10 - ARTIGOS ENCONTRADOS POR SETOR DE APLICAÇÃO

SETORES	ARTIGOS ENCONTRADOS
Industrial	44
Literário	12
Alimentício	5
Automotivo	6
Bebidas	4
Eletrônico	2
Hospitalar	2
Saúde	2
Aeronáutico	1
Mineração	1
Agrícola	1

FONTE: Autora (2022)

Explorando o quadro 10 apresentado acima, nota-se que o setor que têm a maior aplicabilidade da metodologia é o setor industrial. Isso deve-se a vasta aplicação do setor e a sua crescente no mercado, que faz com que as mesmas venham buscar por inovação, sofisticação, qualidade, competência e referência.

4.2 PRINCIPAIS RESULTADOS SOBRE AS PUBLICAÇÕES ENCONTRADAS

Neste capítulo será apresentado de forma objetiva alguns trabalhos que tiveram aplicação da metodologia DMAIC associado ao Lean Seis Sigma. Tais trabalhos serão relatados no quadro 11. Ressalta-se que as informações apresentadas no quadro 11 não representam o conteúdo completo das pesquisas.

QUADRO 11 - ALGUNS TRABALHOS QUE ESTUDARAM A APLICAÇÃO DO DMAIC ASSOCIADO AO LEAN SEIS SIGMA

AUTORES	TÍTULO	ALGUNS RESULTADOS
Brito <i>et al.</i> (2008)	A manufatura enxuta e a metodologia Seis Sigma em uma indústria de alimentos	Apresentou os resultados da implementação da manufatura enxuta e o Seis Sigma juntamente com o DMAIC e as ferramentas da qualidade em uma indústria de bebidas do Pólo Industrial de Manaus (PIM) e assim um roteiro de implementação. Resultou-se na melhoria do processo, cumprimento dos indicadores de desempenho e aumento da produtividade.

Continuação

AUTORES	TÍTULO	ALGUNS RESULTADOS
Satolo <i>et al.</i> (2009)	Análise da utilização de técnicas e ferramentas no programa Seis Sigma a partir de um levantamento tipo survey	Teve como objetivo identificar e analisar as técnicas e ferramentas usadas nas etapas do método DMAIC e a sua comparação com a prescrição da literatura. Como resultado teve-se a confirmação dos indicativos com o referencial teórico, sendo indispensável o uso da metodologia Seis Sigma sem a metodologia DMAIC.
Brandão <i>et al.</i> (2010)	A metodologia Seis Sigma aplicada à redução do refugo de cremalheiras para sistemas de direção	Este artigo foi aplicado em uma empresa no ramo de mecanismos de direção, no setor de usinagem de cremalheiras do mecanismo de direção hidráulico, que apresenta a qualidade comprometida devido ao alto índice de refugo. Resultado da aplicação do Seis Sigma e DMAIC, ocasionou uma redução significativa na célula de cremalheiras, aumento da produtividade, redução do custo de refugo da célula e a redução da área reservada para alocação de produtos refugados.
Celis <i>et al.</i> (2012)	Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma	Este artigo descreve um modelo para orientar as empresas no aprimoramento do projeto logístico, analisando desde a perspectiva de incremento do nível de serviço e redução de custos. Para o desenvolvimento foi utilizado as fases do DMAIC que satisfaz a teoria conceitual com o foco no cliente, provedores, processos e ferramentas.
Rosa <i>et al.</i> (2012)	Adoção do Programa Seis Sigma em um fornecedor automotivo: análise de fatores relevantes na implementação	Este trabalho é um estudo de caso que demonstrou o programa Seis Sigma junto com outras ferramentas no setor automotivo. Resultou-se na conformidade com a teoria na organização estudada, com foco nos clientes, e mudanças na cultura da organização para o sucesso da aplicação da metodologia.

Continuação

AUTORES	TÍTULO	ALGUNS RESULTADOS
Solano (2013)	Implementación del programa Seis Sigma para desarrollo sostenible em consumo de químicos em processos litográficos	Utilizaram a metodologia DMAIC como desenvolvimento para minimizar o impacto em seus componentes (meio ambiente, recursos humanos e custo de produção) para melhorar os níveis de qualidade do material impresso na linha de produção litográfica. O DMAIC associado ao Seis Sigma, resultou na redução significativa no consumo de solventes, melhoria nos processos de limpeza dos equipamentos da linha de produção e minimizou o custo de produção e impacto na saúde dos operadores. A metodologia utilizada foi escolhida devido a gestão ambiental e o desenvolvimento sustentável.
López <i>et al.</i> (2014)	Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores em Fanal	Este trabalho utilizou além do Lean Seis Sigma e DMAIC o indicador OEE. Teve como resultado da melhora da eficiência na linha de embalagens para animais de estimação na FANAL, um OEE de 47% para 80%, redução do tempo de inatividade no processo, aproveitamento dos recursos instalados e humanos, fazendo com que a capacidade da linha de produção seja otimizada.
Rêgo <i>et al.</i> (2015)	Aplicação do DMAIC para solução de latas amassadas em processos de uma fábrica de leite em pó	Foi estudado a resolução do problema das latas amassadas na fábrica de envasamento de leite em pó. Teve-se como resultado a identificação da causa raiz sendo o transporte de latas. A metodologia foi satisfatória ao projeto e proporcionou outras melhorias, como: implantação de padrões e treinamentos.
Romano <i>et al.</i> (2018)	Pesquisa-Ação para a aplicação do DMAIC e das ferramentas da qualidade na gestão do estoque em uma indústria termoplástica	Apresentou uma pesquisa-ação, análise e eliminação de desperdícios ou erros de processos não percebidos no estoque de uma empresa termoplástica. A aplicação da metodologia gerou uma redução de gastos significativos, sendo a redução de R\$60.000,00 de gastos anuais.

Continuação

AUTORES	TÍTULO	ALGUNS RESULTADOS
Guimarães <i>et al.</i> (2018)	Utilizando a metodologia Seis Sigma para redução da variabilidade no processo de fabricação de um produto crítico de uma empresa de defensivos agrícolas	Foi apresentado a metodologia Seis Sigma associada ao DMAIC para a redução da variabilidade em um processo produtivo de uma indústria de defensivos agrícolas. Resultou na eliminação de causas potenciais, redução da variabilidade, centralidade do processo tornando assim o processo capaz.
Pereira <i>et al.</i> (2021)	Aplicação do Lean Seis Sigma para melhoria da etapa de separação magnética de alta intensidade em uma empresa de mineração	Neste trabalho foi utilizado a metodologia Lean Seis Sigma com a execução do projeto seguindo o ciclo DMAIC. Com a aplicação das metodologias teve-se o aumento da eficiência operacional na etapa de Separação Magnética de Alta Intensidade. Foram identificadas as causas raízes sendo 52,3% o separador magnético, ou seja, operação do equipamento.
Carrillo <i>et al.</i> (2021)	Reducción de ruído industrial em um processo produtivo metalmeccánico: aplicación de la metodologia DMAIC de Lean Seis Sigma	A metodologia DMAIC juntamente com o Seis Sigma foi aplicada em um processo metalúrgico para reduzir o ruído. Teve um resultado satisfatório, que por meio das metodologias foi possível identificar a falta de controle para minimizar os níveis de ruído no processo produtivo. Também identificou locais de exposição que excedem os limites permitidos para o trabalhador. Por meio da identificação dos problemas encontrados nas fases da metodologia foram propostos estratégias de melhoria.
Santos <i>et al.</i> (2021)	Aplicação da ferramenta DMAIC para redução de custos em uma empresa multinacional automotiva	Apresentou a redução de custos e estoques em uma empresa de peças automotivas utilizando a metodologia Seis Sigma alinhado a proposta do DMAIC. Além da redução de custos significativamente, a metodologia permitiu uma melhoria na logística com o transporte dos materiais para a empresa.

Continuação

AUTORES	TÍTULO	ALGUNS RESULTADOS
Heck <i>et al.</i> (2021)	Aplicação do método DMAIC para redução do sobrepeso de pacotes de perna desossada em um Frigorífico de Frangos	Este artigo por meio das metodologias Seis Sigma e DMAIC reduziu o sobrepeso dos pacotes de perna desossada e por meio das etapas do método foi possível identificar o que influenciava no sobrepeso nas embalagens.

FONTE: Autora (2022)

No quadro 11 foram destacados alguns resultados de pesquisas que relacionam a metodologia Seis Sigma associada ao DMAIC, bem como as melhorias e mudanças que as mesmas ocasionam em um processo. Desta forma nota-se que a metodologia é fácil e ampla em sua aplicação, podendo variar desde um processo simples em uma empresa de pequeno porte, quanto, ao processo robusto em uma empresa otimizada. Percebe-se também que os benefícios ao processo são significativos e que por meio das etapas da metodologia se identifica as causas raízes além de identificar problemas que não estão no objetivo de estudo. Nota-se que as melhorias geradas pela metodologia supera as expectativas e metas estipuladas, gera qualidade e confiabilidade no processo, padronização, indicadores dentro dos limites de especificação e maior produtividade. O quadro 11 foi elaborado através dos artigos encontrados, como apresentado nos quadros 9 e 10. Através dos artigos encontrados buscou-se trazer para esta pesquisa um artigo por ano e referente a um setor de atuação específico para análise e conhecimento.

4.3 UMA SÍNTESE SOBRE OS PRINCIPAIS RESULTADOS

Diante do que já foi exposto percebe-se o quão é importante a metodologia Lean Seis Sigma e quando associada ao DMAIC têm resultados significativos. A metodologia tem sido usada cada vez com mais frequência na atualidade por permitir caminhos cíclicos que permitem manter a meta estipulada e a qualidade dos produtos e serviços desejados por ser um método bem estruturado e definido. Diante do exposto esta pesquisa buscou identificar quais são as principais

dificuldades encontradas na integração da metodologia Lean Seis Sigma aplicada com a DMAIC, tais dificuldades são apresentadas no quadro 12 a seguir.

**QUADRO 12 - PRINCIPAIS DIFICULDADES REALÇADAS NA INTEGRAÇÃO
ENTRE A METODOLOGIA DMAIC APLICADA COM O LEAN SEIS
SIGMA**

PRINCIPAIS DIFICULDADES
Envolvimento e Comprometimento da Gerência
Entendimento da metodologia, ferramentas e técnicas do Seis Sigma
Empregar Seis Sigma na estratégia de negócios
Empregar Seis Sigma com os consumidores
Empregar Seis Sigma nos funcionários (envolvimento de Recursos Humanos)
Empregar Seis Sigma com os fornecedores
Seleção, revisão e seguimento de projeto
Infraestrutura organizacional
Mudança de pensamento
Habilidades de gerenciamento de projeto
Treinamento
Manter a mensagem simples e clara para facilitar o entendimento de todos na organização
Adaptar o Seis Sigma à realidade da empresa e a seus objetivos e prioridades
Focalizar em resultados em curto prazo
Focalizar em crescimento e desenvolvimento à longo prazo
Divulgar resultados, inclusive resultados intermediários
Investir recursos (tempo, financeiro e humanos) na busca de resultados
Utilizar ferramentas do Seis Sigma adequados para cada situação
Tornar os altos líderes responsáveis pelo programa Seis Sigma
Tornar a aprendizagem uma atividade contínua

FONTE: Autora (2022)

O quadro 12 apresentado acima foi elaborado com base na apresentação dos fatores chaves da metodologia segundo Pande *et al.* (2001) e segundo Antony e Banuelas (2002) onde alguns dos fatores listados se coincidem na opinião dos autores. Analisando os fatores apresentados no quadro 12 nota-se que as dificuldades da integração da metodologia DMAIC aplicada com o Lean Seis Sigma depende de fatores internos e externos, ou seja, depende desde os fornecedores e consumidores até aos cargos de alta gerência. Todos os fatores listados quando aplicados geram o sucesso da metodologia, no entanto, quando um dos itens listados não é aplicado corretamente geram dificuldades no desenvolvimento da metodologia e podem acarretar em uma sequência de erros ocasionando o insucesso da metodologia, e conseqüentemente, nenhuma melhoria e sim ao acúmulo de dividas, retrabalhos, perdas, paradas indesejadas e improdutividade.

Através da identificação das dificuldades relatadas nesta pesquisa no quadro 12, também buscou-se identificar quais são os benefícios realçadas na integração entre o Lean Seis Sigma e a metodologia DMAIC, onde as principais melhorias são listadas no quadro 13 a seguir.

QUADRO 13 - PRINCIPAIS BENEFÍCIOS REALÇADAS NA INTEGRAÇÃO ENTRE A METODOLOGIA DMAIC APLICADA COM O LEAN SEIS SIGMA

PRINCIPAIS BENEFÍCIOS
Padronização
Confiabilidade
Redução de Custos
Redução de Retrabalhos
Redução de Variabilidades
Higiene
Aumento da Produtividade
Conformidade
Organização
Otimização do Processo
Satisfação do Cliente
Treinamento de Capacitações
Redução de Estoques
Desenvolvimento Sustentável
Qualidade dos Produtos
Redução de Gargalos e Defeitos
Engajamento da Equipe de Trabalho
Eficácia dos Processos Internos
Melhoria nos Produtos
Lucratividade

FONTE: Autora (2022)

O quadro 13 apresentado acima teve como base para a sua criação a literatura disponível nos portais de busca. Dessa forma nota-se que os benefícios são múltiplos e satisfaz qualquer processo produtivo. Todos os benefícios listados no quadro 13 provém da aplicação da metodologia Lean Seis Sigma associada com a metodologia DMAIC, onde juntas potencializam os resultados da empresa, transformando-as de uma simples e pequena empresa à uma renomada, reconhecida e podendo tornar-se uma das maiores organizações do mundo, assim como a empresa Motorola. A capacidade de melhoria apresentada pela empresa Motorola foi desafiadora e revolucionaria, estando diretamente associada com a qualidade dos produtos utilizados no processo produtivo (GREEN, 1995).

4.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto verifica-se através da literatura o quanto este tema tem sido analisado, discutido e aplicado. Foi apresentado os setores de aplicação segundo a literatura, assim como as principais dificuldades realçadas na integração entre a metodologia DMAIC aplicada com o Lean Seis Sigma, bem como, os principais benefícios desta integração. É possível descrever por meio da literatura disponível que a implementação e o sucesso da integração da metodologia Lean Seis Sigma-DMAIC dependem da alta gerencia em utilizar esta metodologia dispondo de fundos financeiros para cada etapa do programa, e, além dos fundos é necessário o engajamento de todos os envolvidos para assim vencer as dificuldades da integração das metodologias.

5 CONCLUSÃO

Diante do cenário atual e dos dados apresentados comprova-se o quanto é imprescindível a qualidade nos produtos e serviços e o quanto as empresas e indústrias têm buscado esse nível de qualidade, satisfação dos clientes e competitividade, tudo isso sendo possível por meio das ferramentas e metodologias da qualidade, entre elas a metodologia Lean Seis Sigma e DMAIC. O presente trabalho apresentou por meio de uma Revisão Bibliográfica a associação do método DMAIC com o Lean Seis Sigma em um processo de manufatura enxuta.

Foram citados quatorze artigos que retratavam a aplicação da junção da metodologia DMAIC e Lean Seis Sigma. Destes quatorze artigos apresentados seis pertencem ao setor industrial onde se destacam por sua intensidade e aplicabilidade. Das bases de pesquisa utilizadas os anais Enegep é o que apresenta o maior número de artigos relacionados com o tema desta pesquisa.

Foram elencadas as principais dificuldades da integração entre a metodologia DMAIC aplicada com o Lean Seis Sigma, sendo citadas vinte principais, destas citadas destaca-se o envolvimento e comprometimento da gerência em reconhecer a necessidade de melhoria e a sua implantação e implementação.

Constatou-se que a associação da metodologia DMAIC com o Lean Seis Sigma não utilizam de ferramentas novas, e sim de um método bem definido e estruturado. Estes quando aplicados corretamente atingem o sucesso almejado com resultados significativos, melhorando não apenas a qualidade mas também todo o processo produtivo, aumentando a produtividade, satisfação dos clientes e fornecedores, padronização e conformidade do processo, e principalmente, alcançando maior lucratividade.

Por meio desta pesquisa procurou-se realizar uma breve análise de estudos da aplicabilidade sobre a associação da metodologia Lean Seis Sigma com DMAIC e quais são as dificuldades enfrentadas pelas empresas sobre essa junção, apresentando também os principais benefícios oferecidos pela mesma segundo a literatura. Para uma análise específica, é necessário confrontar os resultados

práticos obtidos com a literatura, bem como a prática da associação da metodologia e a identificação das deficiências desta junção.

5.1 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A presente pesquisa é limitada na literatura disponível. Dessa forma deve ser aplicado a junção da metodologia Seis Sigma e DMAIC em um processo de manufatura enxuta de modo que comprove a veracidade da teoria e da literatura.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Dando seguimento à esta pesquisa no ponto de vista futuro recomenda-se:

- A prática da associação da metodologia Seis Sigma e DMAIC em um processo de modo a ampliar a demonstração da eficácia da metodologia;
- Investigar com mais profundidade a relação entre Seis Sigma e DMAIC;
- Confrontar os resultados práticos obtidos com a literatura disponível;
- Identificar quais são as deficiências existentes entre o Seis Sigma e DMAIC.

REFERÊNCIAS

- ABNT:** conheça a ABNT. Disponível em: <https://www.abnt.org.br/abnt/conheca-a-abnt>>. Acesso em 16 de Março de 2022.
- AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima:INDG, 2006.
- AHMED, S.; HASSAN, M. Survey and case investigations on application of quality management tools and techniques in SMLs. **International Journal of Quality & Reliability Management**. V.20, n.7, p. 795 – 826, 2003.
- ALSALEH, N.A. **Application of quality tools by the Saudi food industry**. The TQM Magazine, v.19, n.2, p. 150 – 161, 2007.
- ANDRIETA, J. M.; MIGUEL, P. A. C. A importância do método seis sigma na gestão da qualidade analisada sob uma abordagem teórica. **Revista de Ciência & Tecnologia**, v.11, n.20, p.91 – 97, 2002.
- ANTUNES, Junico. **Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2008.
- ANTONY, J.; BANVELAS, R.. Key ingredients for the effective implementation of six sigma program. **Measuring Business Excellence**. Coventy, n.6, p. 20-27 abr. 2022.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **ABNT NBR ISO / IEC 17000:2005: Avaliação de Conformidade – Vocabulário e princípios gerais**. Rio de Janeiro, 2005.
- BAMFORD, D. R.; GREATBANKS, R. W. The use of quality management tools and techniques: a study os application in everyday situations. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.22, n.4, p.376 – 392, 2005.
- BRAITT B.; Fettermann D. C. **Aplicação do DMAIC para a melhoria continua do Sistema de estoque de uma empresa de informática**. P&P. Produto & Produção, vol. 15 nº4 p. 29 – 41, dez 2014.
- Brandão Lincoln Cardoso et al. **A metodologia Seis Sigma aplicada à redução do refugo de cremalheiras para sistemas de direção**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2010.
- Brito, Francisco Oliveira et al. **A manufatura enxuta e a metodologia Seis Sigma em uma indústria de alimentos**. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2008.
- CAICEDO SOLANO Nestor Henrique. **Implementación del programa Seis Sigma para desarrollo sostenible em consumo de químicos em processos litográficos**. Ver. P+L, Caldas v.8, n.2, pág.21 a 31 de julho de 2013. Disponível em: https://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552013000200003&lng=en&nrm=iso Acesso em 01 de Agosto de 2022.
- CARDOSO .R.T. **Análise da percepção da importância e implantação dos elementos do quick response manufacturing em uma empresa do setor de cosméticos: um estudo exploratório**. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia

de Produção), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11696> . Acesso em 02 de Maio de 2022.

CARRILLO, MS et al. Reducción de ruido industrial em um processo productivo metalmeccanico:Aplicación de la metodologia DMAIC de Lena Seis Sigma. **Entre Ciencia e Ingenieria**, Pereira, v.15, n.30, pág. 41-48, dezembro de 2021. Disponível em http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-83672021000200041&lng=en&nem=iso. Acesso em 01 de Agosto de 2022. Epub em 15 de junho de 2022. <https://doi.org/10.31908/19098367.1819>.

CELIS, Olga L. M. et al. Modelo tecnología para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Seis Sigma. **Estudios Gerenciales**, v.28, ISSUE 124 2012. Pág. 23-43. ISSN 0123-5923. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592312702140>. Acesso em 01 de agosto de 2022.

CARNEVALLI, J. A.; MIGUEL, P. A. C.; CALARGE, F. A. Proposta de um modelo conceitual para minimizar as dificuldades no uso do QFD. **Revista Produção**, v.18, n.1, p. 126 – 141, 2008.

CARPINETTI; L. C. R. **Gestão da Qualidade:Conceitos e Técnicas**. 3º Ed. São Paulo: Atlas, 2017.

CHILESHE, N. Quality management concepts, principles, tools and philosophies: a valid methodology for deployment within UK construction – related SMEs. **Journal of Engineering, Desing and Technology**, v.5, n.1, p.49 – 67, 2007.

DEMING, Willian Edwards. **Qualidade: a revolução da administração**. Rio de Janeiro: Saraiva, 1990.

DONNELLY, M. et al. **Assessing the quality of police services using Servqual. Policing: An International Journal of Police Strategies & Management**, v.29, n.1, p. 92 – 105, 2006.

ESTEVES, Wagner Luiz da Silva. **A aplicação do Lean Manufacturing nas indústrias**. Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 08 a 09 de agosto de 2014.

FARIA, L. **Redução de desperdícios utilizando os conceitos lean em uma construtora de pequeno porte**. 79 f. Monografia de graduação (Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

FERREIRA, Hugo Silva. MELO, Ronnan Hudson Jardim de. OLIVEIRA, Anderson Augusto. Metodologia Lean Six Sigma – Apresentação Teórica da Ferramenta para Competitividade e Qualidade em Processos. **Revista Científica Multidisciplinar Nucleo do Conhecimento**. Ano 06, Ed. 03, Vol. 08, pp. 05 – 17. Março 2021.

FISHER, M. **Process improvement by poka – yoke**. Work Study, v.48, n.7, p. 264 – 266, 1999.

GARRAT, O. **ISO 9001:2000 and managing change in a Suth African law firm library. Performance Measurement and Metrics**, v.8, n.3, p. 189 – 196, 2007.

GIL, ANTONIO CARLOS. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

GONÇALVES, Ricardo Heck. **Aplicação da Metodologia Seis Sigma para Avaliar a Produtividade de um Processo de Britagem**. 2015. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria.

GREEN, C. **Os caminhos da qualidade**. 2 ed. São Paulo: Makron Books, 1995.

Guimarães, Leonardo *et al.* **Utilizando a metodologia Seis Sigma para redução da variabilidade no processo de fabricação de um produto crítico de uma empresa de defensivos agrícolas**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2018.

HAGEMEYER, C.; GERSHENSON, J. K.; JOHNSON, D. M. **Classification and application of problem solving quality tools: a manufacturing case study**. The TQM Magazine, v.18, n.5, p. 455 – 483, 2006.

Heck, Michelli Carolíne *et al.* **Aplicação do método DMAIC para redução do sobrepeso de pacotes de perna desossada em um Frigorífico de Frangos**. XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2021.

HOLANDA, Lucyanno Moreira Cardoso *et al.* **Proposta de aplicação do método DMAIC para melhoria da qualidade dos produtos numa indústria de calçados em Alagoa Nova – PB**. Gepros. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, Ano 8, n 4, out – dez / 2013, p.31 – 44.

IVANOVIC, M. D.; MAJSTOROVIC, V. D. **Model developed for the assessment of quality management level in manufacturing systems**. The TQM Magazine, v.18, n.4, p. 410 – 423, 2006.

JOHANSSON, P. *et al.* **Variation mode and effect analysis: a practical tool for quality improvement**. Quality and Reliability Engineering International v.22, n.8, p. 865 – 876, 2006.

JURAN, Joseph Moses; GRZYNA, F. M. **Controle Da qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1982.

KHANNA, V. K. 5 “S” and TQM status in Indian organizations. **The TQM Journal**, v.21, n.5, p. 486 – 501, 2009.

KRISHNAN. K. B, PRASATH. K. A. Six sigma concept and DMAIC implementation. **International Journal of Business Management & Research**. V.3, n.2, p. 111 – 114, 2018.

LADHARI, R. A review of twenty years of servqual research. **International Journal of Quality and Services Sciences**, v.1, n.2, p. 172 – 198, 2009.

LAGROSEN, Y.; LAGROSEN, S. The effects of quality management: a survey of Swedish quality professionals. **International Journal of Operations & Production Management**, v.25, n.10, p.940 – 952, 2005.

LIMA, Guilherme Espósito. **Método DMAIC aplicada a redução de desperdícios de aviamentos em uma indústria de confecção**. 2020. Universidade Federal do Paraná Jandaia do Sul.

LIN, C. C.; LUH, D. B. **A vision – oriented approach for innovative product design**. Advanced engineering informatics, v.23, p.191 – 200, 2009.

LONGENECKER, Justin G.; MOORE, Carlos W.; PETTY, J. Willian. **Administração de pequenas empresas**. São Paulo: Makron Books, 1997.

LOPES T. O.; Frota C. D. **Aplicação dos conceitos do Lean Manufacturing para melhoria do processo de produção em uma empresa de eletrodomésticos: um estudo de caso**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2015.

LYNCH, D. P.; BERTOLINE, S.; CLOUTIER, E. **How to scope DMAIC projects**. Quality Progress, v.36, n.1, p. 37 – 41, 2003.

LYU JUNIOR, J.; CHANG, S. Y.; CHEN, T. L. **Integrating REID with quality assurance system – framework and applications**. Expert System With Applications v.36, p. 10877 – 10882, 2009.

MANFREDINI, Marcel Fermo; SUSKI, Cássio Aurélio. **Aplicação do Lean Manufacturing para minimização de desperdícios gerados na produção**. Artigo apresentado em Congresso, 2010, tema: 1º congresso de inovação, tecnologia e sustentabilidade. Disponível em URL:

<https://sites.unifebe.edu.br/~congressoits2010//site/index.php>.

MELO, Cristina Volante Moreira. **Gestão da qualidade da produção de betumes na total bitumen**. 2008. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto – Portugal.

NADOLY, Rodrigo Bueno. **Six Sigma e seu uso nas aplicações de marketing utilizando o método DMAIC: estudo de caso**. Universidade Federal do Paraná. 2014.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

OLIVEIRA, José Augusto et. al. **Um estudo sobre a utilização de sistemas, programas e ferramentas da qualidade em empresas do interior de São Paulo**. Production [online]. 2011, v.21, n.4 [Acessado em Março de 2022], pp.708 – 723.

PAMFILIE, R.; DRAGHICI, A. J. P.; DRAGHICI, M. The importance of leadership in driving a strategic Lean Six Sigma management. **Procedia – Social and Behavioral Sciences** 58, 187 – 196, 2012.

PANDE, P.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. **The Six Sigma Way**. New York: McGraw – Hill, 2000.

PANDE, Peter S.; NEUMAN, Robert P; CAVANAGH, Roland R. **Estratégia Seis Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seus desempenho**. Rio de Janeiro:Qualitymark Ed., 2021.

Penczkoski, Diego Paulo et al. **Dificuldades da implantação do programa Seis Sigma**. 4º Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. 2008.

PENEDO M. V. O.; Franco T. M.; Ferreira D. A. **A. Aplicação da metodologia DMAIC para a redução de retrabalho no setor de contas a receber**. XIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2016.

PÉREZ-LÓPEZ, E., & GARCÍA-CERDAS, M. (2014). **Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma em el envasado de licores em Fanal**. Revista

Tecnologia Em Marcha, 27 (3), pp.88-106. <https://doi.org/10.18845/tm.v27i3.2070>. Acesso 31 Julho 2022.

QUTAISH, R.; SARAYREH, K. **Applying Six Sigma Concepts to the Software Engineering: Myths and Facts**. In 7 WSEAS International Conference on Software Engineering, Cambridge. Anais...Cambridge: University of Cambridge, 2008.

RÊGO S. DA S., SYED W. A. P., PRATES G. A. **Aplicação do DMAIC para solução de latas amassadas em processos de uma fabrica de leite em pó**. Braziliam Journal of Biosystems Engineering v.9(2): 171-181, 2015.

RIBEIRO, Carolina Farinazzo. **Desenvolvimento de um sistema de gestão de qualidade em conformidade com a norma ISO 9001:2015 em uma empresa de confecção**. 2020. Universidade Federal do Paraná Jandaia do Sul.

ROBSON, A.; MITCHELI, E. **CSR performance: driven by TQM implementation, size, sector?** International Journal of Quality Reliability Managment, v.24, n.7, p. 722 – 737, 2007.

RODRIGUES, JAQUELINE TEREZINHA MARTINS CORRÊA *et al.* **Descrevendo o Programa Seis Sigma: Uma Revisão da Literatura**. XXVIII Encontro Nacional de ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2008.

ROMANO, DAVI ET AL. **Pesquisa-Ação para a aplicação do DMAIC e das ferramentas da qualidade na gestão do estoque em uma indústria termoplástica**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2018.

ROSA. C. A, MIGUEL. P.. A. C. **Adoção do Programa Seis Sigma em um Fornecedor Automotivo: Análise de Fatores Relevantes na Implementação**. Teoria e Prática em Administração, v.2, n.2, 2012, pp.151-172. Disponível em: <periodicos.ufpb.br/index.php/tpa/article/view/14153/9026> Acesso em 31 Julho 2022.

RUTHES, S.; CERETA, P. S.; SONZA, I. B. **Seis Sigma: melhoria da qualidade através da redução da variabilidade**. Gestão Industrial, v.2, n.2, p. 173 – 190, 2006.

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.

SANKAR, S. **Lean Six Sigma**, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/215576248_Lean_Six_Sigma. Acesso em 10 de Maio de 2022.

SANTOS, LARISSA USSUMA ET AL. **Aplicação d ferramenta DMAIC para redução de custos em uma empresa multinacional automotiva**. XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2021.

SATOLO, Eduardo Guilherme et al. **Análise da utilização de técnicas e ferramentas no programa Seis Sigma a partir de um levantamento tipo survey**. Production [online]. 2009, v. 19, n. 2 [Acessado 2 Março 2022] , pp. 400-416. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0103-65132009000200014> >. Epub 14 Set 2009. ISSN 1980-5411. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132009000200014>.

- SCHAFFER,, Augusto. **Aplicação da Metodologia Lean Six Sigma para Melhoria de um Processo Produtivo**. 2016. Dissertação (Mestre em Engenharia Industrial) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- SCHONBERGER, R. J. Japanese production management: Na evolution – With mixed success. **Journal of Operations Management**. V.25, n.2, p. 403 – 419, 2007.
- SERVIN, Carlos Alexander Lucas et. Al. **Aplicação da metodologia DMAIC para a redução de perdas por paradas não programadas em uma indústria moageira de trigo**. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2012.
- SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SILVA, Antônio Suerlilton Barbosa et al. **Qualidade Total: os princípios de Deming em uma multinacional**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2016.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4 ed. Florianópolis. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.
- SILVA, Thalissa Ribeiro et al. **Gestão da Qualidade como estratégia de competitividade: caso da baixada fluminense**. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 2014.
- SIGALA, M. **The ASP – Qual model: measuring ASP servisse quality in Greece**. *Managing Service Quality*, v.14, n.1, p. 103 – 114, 2004.
- SNEE, R. D. Lean Six Sigma – getting better all the time. **International Journal of Lean Six Sigma**. V.1, n.1, p. 9 – 29, 2010.
- TOLEDO, J. C. de. et Al. **Qualidade: Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
- UENO, A. Which management practices are contributory to servisse quality? **International Journal of Quality & Reliability Management**, v.25, n.6, p. 585 – 603, 2008.
- VENANZI, D.; LAPORTA, B. P. Lean Six Sigma. South American Development Society Journal. **International Journal of Lean Six Sigma**. V.1, n.2, p. 67, 2015.
- VENKETRAMAN, S. **A framework for implementing TQM in higher education programs**. *Quality Assurance in Education*, v.15, n.1, p. 92 – 112, 2007.
- WERKEMA, M. C. C. **Criando a cultura Lean Six Sigma**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- WHEELER, J. M. **Getting Started: Six Sigma Control of Chemical Operations**. *Chemical Engineering Process*, v.98, n.6, p. 76 – 81, June 2022.
- WOMACK, Janes, JONES, Daniel. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. 11 reimpr. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

APÊNDICE 1-TERMOS DE BUSCA E BASE DE DADOS UTILIZADOS**TERMOS DE BUSCA E BASE DE DADOS
UTILIZADOS NESTA PESQUISA**

Pagina: 01/02

ELABORAÇÃO: Eduarda Goudinho Oliveira
DATA: 29/07/2022

1. TERMOS DE BUSCA

Qualquer campo

2. PALAVRAS EM QUALQUER CAMPO

Seis Sigma

3. OPERADOR BOOLEANO UTILIZADO

E

4. TERMO DE BUSCA

Assunto

5. PALAVRAS EM ASSUNTO

DMAIC

6. FILTROS UTILIZADOS

- Busca Avançada;
- Período de Publicação de Vinte Anos;
- Todos os Itens de Material;
- Qualquer Idioma;
- Periódico Revisado por Pares;
- Acesso Aberto.



TERMOS DE BUSCA E BASE DE DADOS UTILIZADOS NESTA PESQUISA

Página 02/02

7. CATEGORIA DE PESQUISA

Nacional e Internacional

8. OBJETIVOS DA PESQUISA

Assegurar a veracidade e a qualidade da presente monografia encontrando nos trabalhos disponíveis no portal de busca, quais são as principais realizações e melhorias que uma empresa pode-se ter com a integração da metodologia Lean Seis Sigma e DMAIC por meio dos estudos e aplicações realizadas.

9. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Realizar uma Revisão Bibliográfica Sistemática de Literatura apresentando os benefícios que a empresa pode-se ter com a integração da metodologia Lean Seis Sigma e DMAIC por meio de estudos e aplicações realizadas. Academicamente a pesquisa contribuirá com o conhecimento e capacitação para a gestão da qualidade e suas operações bem como a aplicação das metodologias.

10. FONTE DE PESQUISA

Periódico CAPES	Periódico Scielo	Anuais ENEGEP
-----------------	------------------	---------------

A fonte de pesquisa foi escolhida devido a facilidade ao acesso e a confiabilidade dos dados.