



# ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



IA nas Engenharias

29 nov. a 01  
de dezembro 2023

## Big Data e DMAIC: uma revisão sistemática

**Maria Luiza Silva Abdalla**

Engenharia de Produção e Qualidade - UNIFEG

**Daniele dos Reis Pereira Maia**

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFSCAR

**Fabiane Letícia Lizarelli**

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFSCAR

**Thaís Moreira Tavares**

Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção – UFSCAR

**Ludimila Aparecida Ferreira**

Engenharia de Produção e Qualidade - UNIFEG

**Resumo:** A digitalização tem revolucionado a maneira como os negócios são conduzidos nas cadeias de valores industriais. A quantidade crescente de dados provindos de tecnologias da indústria 4.0 tem impulsionado a otimização dos sistemas de fabricação. A introdução das tecnologias gera um grande volume de dados, os quais podem ser investigados em busca de possíveis melhorias. Este estudo tem como objetivo revisar pesquisas científicas sobre a utilização do *Big Data* em projetos de melhoria do método DMAIC da abordagem Seis Sigma. O método utilizado foi a Revisão Sistemática da Literatura e o estudo analisou artigos acadêmicos de periódicos considerados relevantes sobre o tema. A revisão permitiu identificar os principais autores, artigos, revistas e tendências sobre a utilização do *Big Data* em DMAIC. Este estudo traz contribuições tanto para o domínio teórico, ao identificar estudos-chave e áreas de pesquisa pouco exploradas, quanto para a prática, ao fornecer *insights* que podem orientar a implementação eficaz do *Big Data* no contexto do DMAIC.

**Palavras-chave:** Big Data, DMAIC, Seis Sigma, Revisão Sistemática da Literatura.

## Big Data and DMAIC: a systematic review

**Abstract:** Digitalization has revolutionized the way business is conducted across industrial value chains. The increasing amount of data coming from industry 4.0 technologies has driven the optimization of manufacturing systems. The introduction of technologies generates a large volume of data, which can be investigated in search of possible improvements. This study aims to review scientific research on the use of Big Data in projects to improve the DMAIC method of the Six Sigma approach. The method used was the Systematic Literature Review and the study analyzed academic articles from journals considered relevant on the topic. The review made it possible to identify the main authors, articles, magazines and trends on the use of Big Data in DMAIC. This study brings contributions both to the theoretical domain, by identifying key studies and little explored research areas, and to practice, by providing insights that can guide the effective implementation of Big Data in the context of DMAIC.

**Keywords:** *Big Data*, DMAIC, Six Sigma, Systematic Literature Review.

## 1. Introdução

Atualmente a digitalização tem revolucionado a maneira como os negócios são conduzidos nas cadeias de valores industriais (CENAMOR; SJÖDIN; PARIDA, 2017). A quantidade crescente de dados provindos de tecnologias da indústria 4.0 tem potencializado os sistemas de fabricação (RAUT *et al.*, 2019). *Datawarehouses* e *Business Intelligence* de *Big Data* estão sendo utilizados por diversas áreas de conhecimento (FACHINELLI, 2014).

A tecnologia *Big Data* (BD) é referida como grandes conjuntos de dados (TALEB *et al.*, 2021). Seus recursos estão além das ferramentas típicas de *softwares*, *Big Data* possui capacidade de prever e analisar centenas de variáveis em bancos de dados estruturados ou não estruturados caracterizado pelas dimensões volume, velocidade, variedade, veracidade, valor, variabilidade e visualização (RIALTI *et al.*, 2019).

Essa tendência representaria oportunidades a abordagem de melhoria contínua *Six Sigma* (SS). O procedimento de melhoria da estrutura é apresentado por meio das abordagens Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar (DMAIC) (LAMINE; LAKHAL, 2018). Equipes compartilham experiências e conhecimentos técnicos (SIN *et al.*, 2015) a fim de melhorar a eficiência dos processos/produtos por meio de melhorias incrementais contínuas (LAMINE; LAKHAL, 2018). Grandes quantidades e coletas autônomas de dados fora do domínio de SS podem revolucionar a criação do conhecimento e da tomada de decisões (GUPTA; MODGIL; GUNASEKARAN, 2020). *Big Data* estende ferramentas e técnicas tradicionais de SS para abordagens analíticas mais avançadas. Aprimora medições clássicas e incorpora ferramentas analíticas estatísticas descritivas e prescritivas no DMAIC (CHIARINI; KUMAR, 2020). Nesse sentido, as relações podem gerar benefícios potenciais por meio de melhorias mais estruturadas e melhor tomada de decisão (GUPTA; MODGIL; GUNASEKARAN, 2020).

Este estudo atende sugestões de pesquisadores como Koppel e Chang (2020) em relação a necessidade de investigar a combinação de *Big Data* ao método DMAIC para melhorar e inovar processos. Assim como o uso de *Big Data* para a integração efetiva de ferramentas e técnicas da Indústria (CHIARINI; KUMAR, 2020).

Considerando as possíveis aplicabilidades e benefícios potenciais, este estudo tem como objetivo investigar por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) as relações fundamentais entre o *Big Data* e o DMAIC, bem como entender de que maneira *Big Data* contribui para a execução e a orientação eficaz do ciclo DMAIC, para revelar possíveis direções futuras nesse domínio.

Para atingir o objetivo proposto, o artigo está estruturado em 5 seções. A primeira seção introduz o estudo, enquanto a segunda descreve o método de pesquisa empregado. A terceira seção detalha o processo de revisão Sistemática da literatura (RSL) adotado neste trabalho. A quarta seção apresenta os resultados, divididos em duas partes distintas: a primeira enfoca a análise quantitativa, enquanto a segunda se dedica à análise qualitativa. Por fim, a quinta seção engloba as conclusões do estudo, juntamente com suas implicações tanto acadêmicas quanto gerenciais.

## 2. Método de pesquisa

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é uma abordagem amplamente utilizada por diversas áreas como medicina, sociologia e gestão da produção. Seu propósito abrange uma ampla quantidade de estudos enquanto evita viés na análise, mantendo a perspectiva imparcial dos pesquisadores (TRANFIELD, DENYER, SMART, 2003; PICCAROZZI,

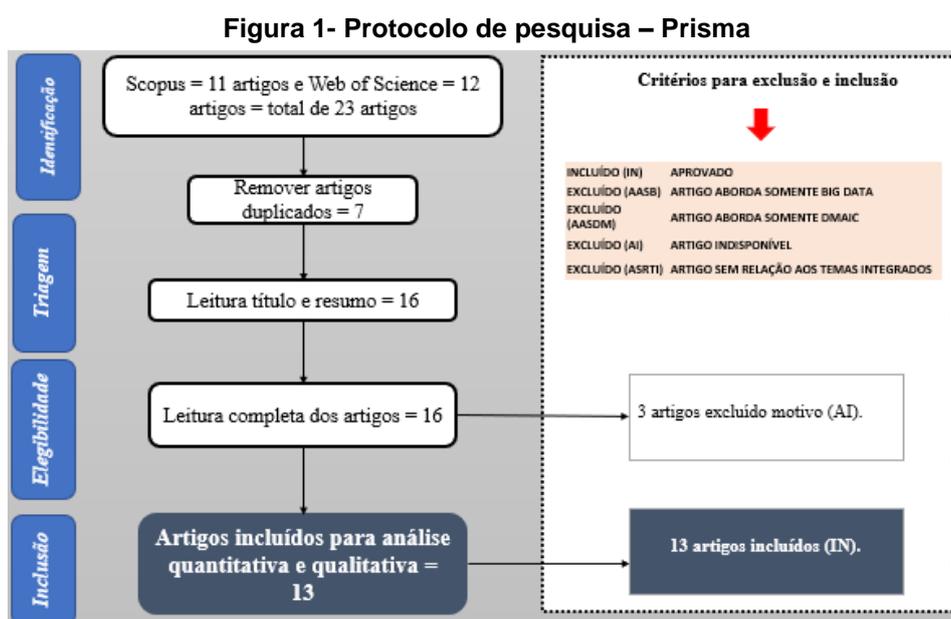
AQUILANI, GATTI, 2018). A Revisão deve ser conduzida por meio de uma estratégia de busca pré-definida, permitindo que o pesquisador realize análises críticas dos dados coletados, resolvam conflitos observados e engajem questões para futuros planejamentos de investigação (BIOLCHINI *et al.*, 2005; PICCAROZZI; AQUILANI; GATTI, 2018).

O método deve estabelecer um protocolo que oriente a busca, os critérios e procedimentos de seleção, bem como a avaliação da qualidade e garantia dos dados (ROSSINI; POWELL; KUNDU, 2022). Para este estudo, será adotado o protocolo de pesquisa estruturado utilizando o método PRISMA, criado por Moher *et al.* (2009), o qual é composto por quatro etapas: Identificação, Triagem, Elegibilidade e Inclusão. Na primeira etapa de identificação, são selecionadas as bases de dados para o levantamento de busca dos artigos relacionados ao tema de pesquisa e a exclusão de artigos duplicados. A etapa seguinte é a triagem, na qual ocorre a leitura dos títulos e resumos dos artigos. Nessa etapa, ocorre a pré-seleção dos artigos seguindo os critérios de inclusão e exclusão relacionados ao tema. Em seguida, ocorre a etapa de elegibilidade, na qual os artigos selecionados anteriormente são admitidos a uma leitura aprofundada, e novamente são excluídos seguindo critérios que não se adequam ao tema proposto. Por fim, a última etapa, a de inclusão, na qual ocorre a seleção dos artigos para o exame quantitativo e qualitativo em relação ao tema da investigação.

### 3. Revisão Sistemática da Literatura

O principal objetivo deste estudo reside na exploração das interações entre *Big Data* e DMAIC por meio de uma revisão sistemática conduzida conforme o protocolo PRISMA. As bases de dados escolhidas para conduzir o estudo foram a *Web of Science* e o *Scopus*, devido à sua ampla abrangência internacional. As palavras-chave empregadas para a busca nas bases de dados foram: *TITLE-ABS-KEY* ((*"Big Data"*) AND (*"DMAIC"*)).

A busca considerou artigos que atendiam aos seguintes critérios: (1) publicados online até 03 de setembro de 2023; (2) conter pelo menos um dos termos identificados no resumo, título ou palavras-chave; e (3) publicados em periódicos. Os resultados de maneira consolidada são apresentadas na Figura 1.



Fonte: Adaptado Moher *et al.* (2009)

Após a identificação dos documentos, os artigos foram exportados para o *Software Mendeley* para passar pelo primeiro processo de triagem do protocolo prisma, a remoção de documentos duplicados. Em seguida, foram submetidos aos processos de triagem: (1) a revisão dos títulos, resumos e palavras-chave e (2) a leitura completa dos artigos, realizada por meio de dois revisores. No processo de triagem de duplicados, foram identificados sete artigos. Durante o processo de leitura dos títulos e resumos, todos os artigos foram considerados para a próxima etapa de elegibilidade, que consistia na leitura completa dos artigos. Destes, apenas três artigos foram excluídos devido ao critério de exclusão, indisponível para leitura, com acesso restrito ao público. A análise final foi realizada por um total de 13 artigos provindos de revistas acadêmicas que contribuiriam com o objetivo de pesquisa do estudo.

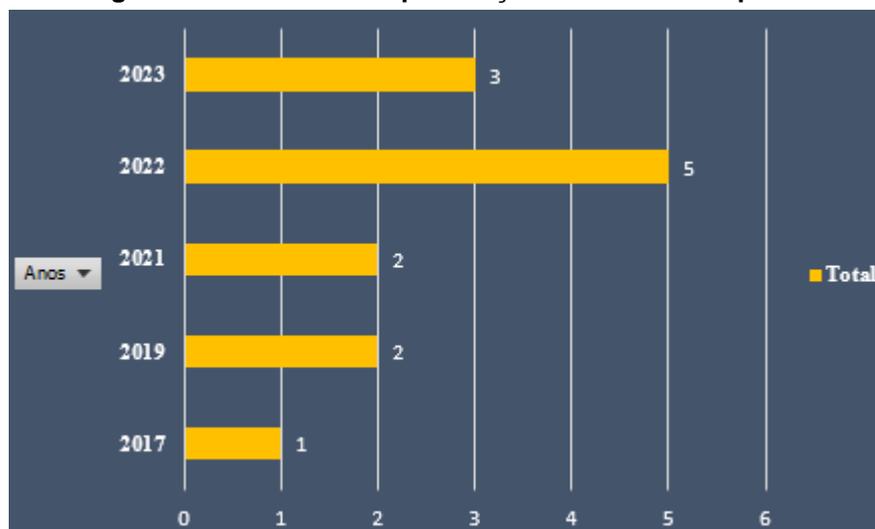
## 4. Resultados

A análise foi subdividida em duas seções distintas. Primeiramente, realizou-se uma análise quantitativa para analisar as principais características e origens dos artigos. E posteriormente, conduzida a análise qualitativa dos conteúdos dos artigos.

### 4.1 Análise quantitativa

Observa-se uma evidente tendência de crescimento no número de publicações por ano relacionadas ao tema, com um notável aumento registrado no ano de 2022. É importante destacar que, apesar dos dados terem sido coletados até setembro de 2023, existe a possibilidade de que a tendência de crescimento continue até o final do ano de 2023. À medida que a importância da tecnologia *Big Data* se torna mais evidente, observa-se um aumento correspondente na pesquisa sobre este tema. Os resultados podem ser observados na (Figura 2).

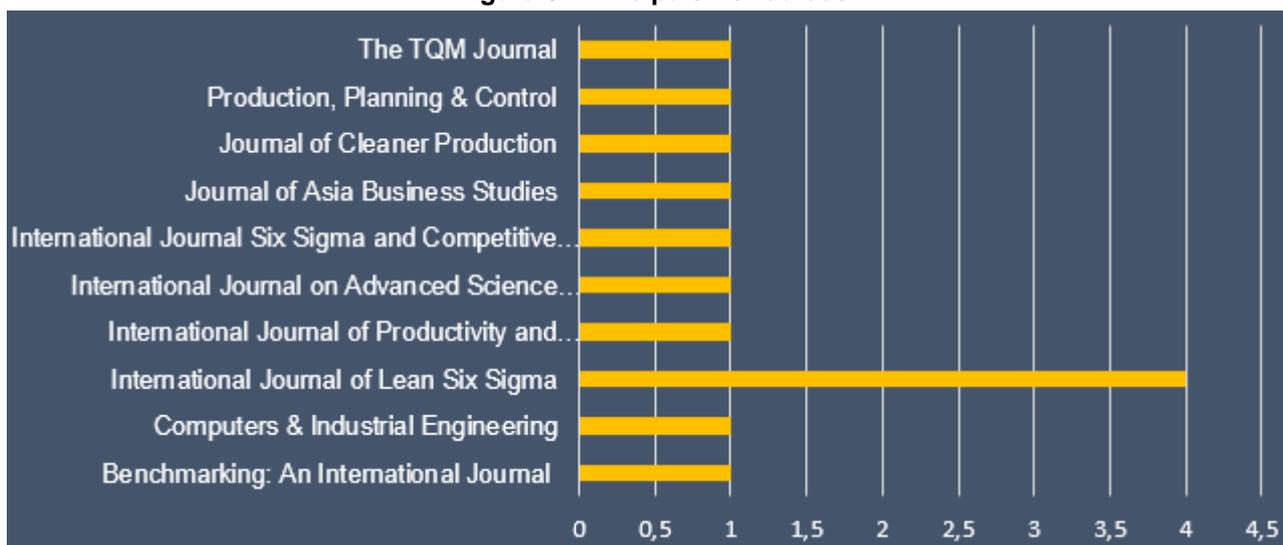
Figura 2- Quantidade de publicações sobre o tema por ano



Fonte: Autores

A diversidade de periódicos é considerável, contudo, não existe uma concentração em nenhum. Por meio da figura (Figura 3) é possível observar que o único *Journal* com mais publicações sobre o tema é o "*International Journal of Lean Six Sigma*".

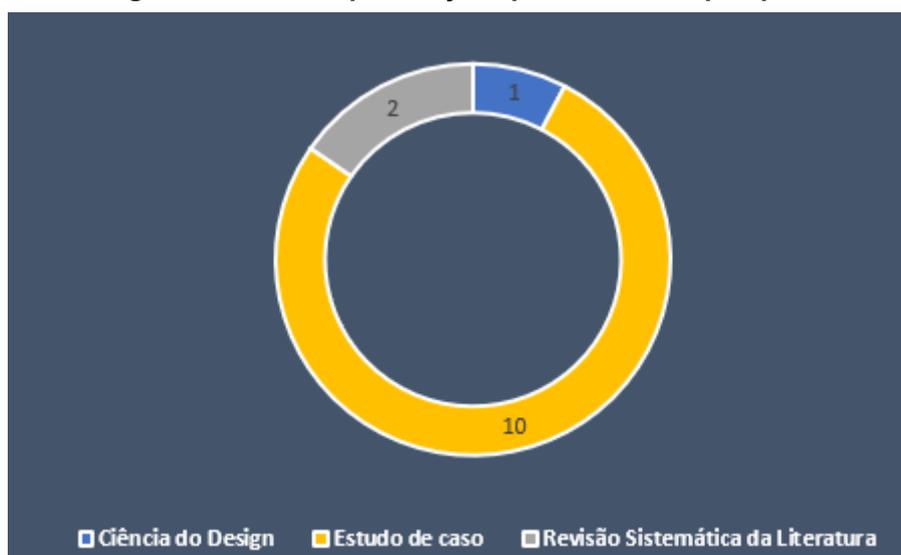
Figura 3- Principais Periódicos



Fonte: Autores

É possível notar na (Figura 4) que a sua maior parte é composta do estudo de caso (10 artigos), em sequência por Revisão sistemática da literatura (2) e Ciência do Design (1).

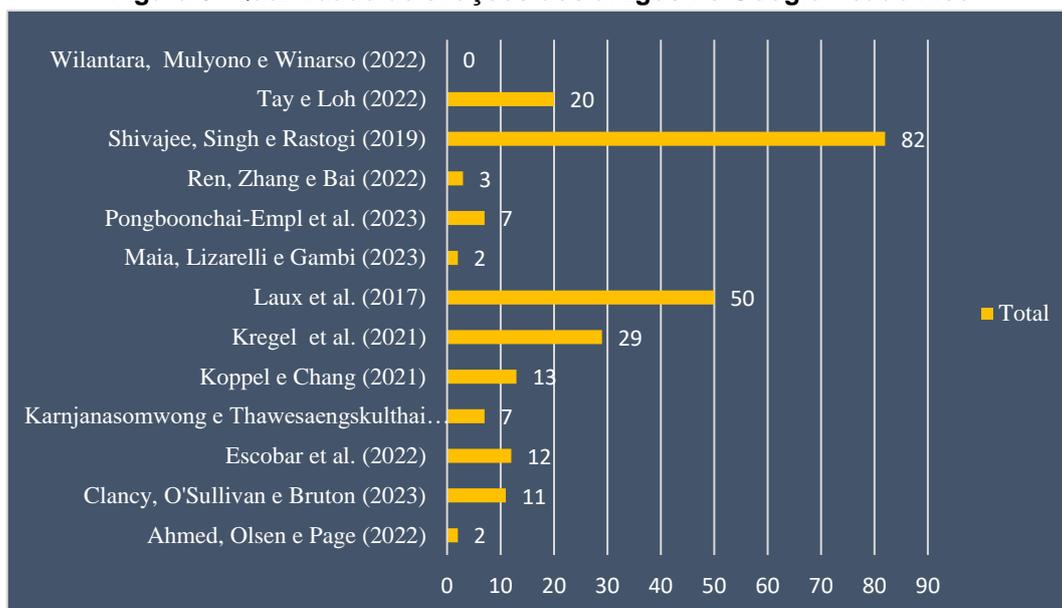
Figura 4- Totais de publicações por método de pesquisa



Fonte: Autores

No que diz respeito aos artigos mais referenciados, empregou-se o Google Acadêmico para realizar a análise, identificados um total de 12 artigos, dos quais 1 artigo permanece sem nenhuma citação até o momento. Os resultados podem ser observados na (Figura 5).

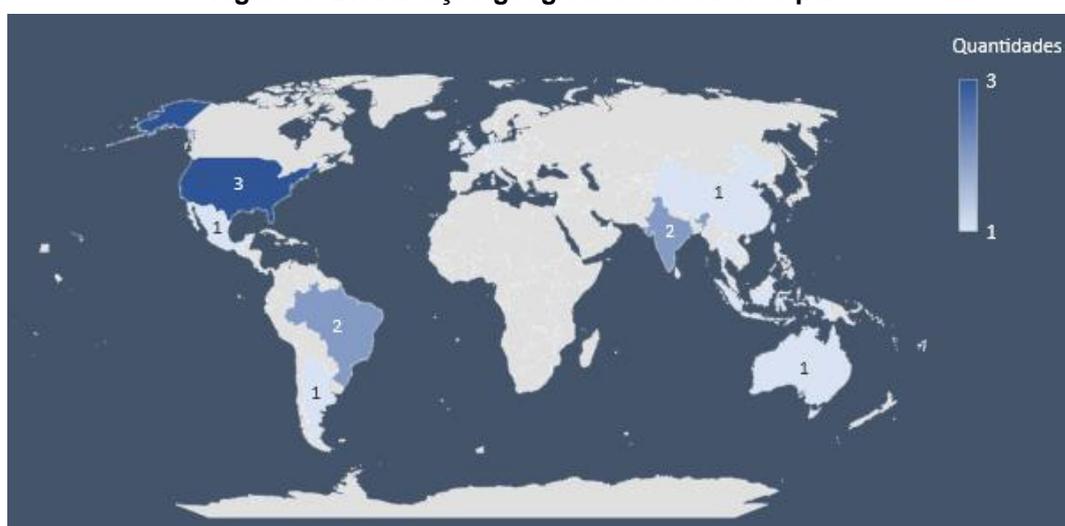
**Figura 5- Quantidade de citações dos artigos no Google Acadêmico**



Fonte: Autores

A análise da distribuição geográfica dos autores que abordam o tema por país foi realizada por meio do programa Excel, conforme mapa da (Figura 6). Os 13 artigos foram escritos por autores de 14 países. Para esta análise foram consideradas as nacionalidades de todos os autores. Autores dos EUA tiveram destaque nesta análise, com 3 artigos. Além disso, autores do Brasil e Índia, com 2 artigos cada.

**Figura 6- Distribuição geográfica dos autores/países**



Fonte: Autores

## 4.2 Análise qualitativa

As informações relacionadas aos documentos, como os autores, título dos artigos, ano, principais contribuições entre *Big Data* e DMAIC, foram devidamente apresentadas conforme mostrado na tabela 1.

**Tabela 1 - Artigos selecionados e principais contribuições**

| <b>Autores</b>                              | <b>Título</b>  | <b>Contribuições</b>   |
|---|--|--|
| Laux et al. (2017)                          | Impactando a análise de <i>Big Data</i> no ensino superior através de técnicas <i>Seis Sigma</i>   | Desenvolve uma estrutura para a utilização dos princípios <i>Seis Sigma</i> e análise de <i>Big Data</i> em uma universidade pública dos EUA para a melhoria do sucesso dos alunos                   |
| Ren, Zhang e Bai (2022)                     | Seis Sigma para melhoria da resistência à tração: um estudo de caso em empresa fabricante de resinas impregnantes  | Descreve a aplicação da metodologia Seis Sigma para melhoria da resistência à tração em uma empresa chinesa fabricante de materiais de reforço   |
| Karnjanasomwong e Thawesaengskulthai (2019) | Modelo de solução dinâmica sigma-TRIZ para melhoria e inovação na fabricação, estudo de caso na Tailândia  | Examina como a metodologia de melhoria e inovação pode ser implementada na prática na área de manufatura na Tailândia  |
| Shivajee, Singh e Rastogi (2019)            | Redução de custos de conversão de fabricação usando ferramentas de controle de qualidade e digitalização de dados em tempo real  | Desenvolve uma estrutura para identificar e analisar elementos do custo de conversão de fabricação   |
| Koppel e Chang (2021)                       | MDAIC – uma estratégia de implementação <i>Seis Sigma</i> em ambientes de <i>Big Data</i>  | Propõem uma nova abordagem Seis Sigma que utiliza dados em grande escala gerados para identificar oportunidades de projetos de melhoria contínua   |
| Kregel et al. (2021)                        | Mineração de processos para <i>Seis Sigma</i> : utilizando traços digitais   | Apresenta um projeto em <i>design science</i> desenvolvido por um método de integração de Mineração de Processos na estrutura de DMAIC   |
| Escobar et al. (2022)                       | Qualidade 4.0 – uma evolução do <i>Seis Sigma</i> DMAIC  | Revisa o monitoramento de Processos para a Qualidade 4.0, juntamente com suas implicações práticas e gerenciais  |
| Wilantara, Mulyono e Winarso (2022)         | Automatize a candidatura a empregos em poços cíclicos curtos usando a abordagem <i>Lean Seis Sigma</i> habilitada para redes neurais artificiais: um estudo de caso em uma empresa de petróleo e gás | Utiliza uma abordagem que integra o método <i>Lean Seis Sigma</i> e <i>Big Data Analytics</i> para otimizar o processo de poços cíclicos em uma empresa de petróleo e gás, por meio de redes neurais |
| Ahmed, Olsen e Page (2022)                  | Integração de Seis Sigma e simulações em fábrica de produção real para melhoria de desempenho - uma análise de estudo de caso  | Integra a estrutura <i>Lean Seis Sigma</i> com simulação computacional para melhorar a eficiência da produção de uma fábrica de diodos emissores de luz (LED)  |
| Maia, Lizarelli e Gambi (2023)              | Indústria 4.0 e Seis Sigma: uma revisão sistemática da literatura e proposta de agenda de pesquisa   | Investiga as relações entre SS e I4.0, bem como os benefícios da integração e direções futuras de estudo   |
| Pongboonchai-Empl et al. (2023)             | Integração das tecnologias da Indústria 4.0 no <i>Lean Seis Sigma</i> DMAIC: uma revisão sistemática   | Examina quais tecnologias da (I4.0) são adequadas para melhorar as tarefas de (LSS) e benefícios da integração em projetos de melhoria   |
| Tay e Loh (2022)                            | Transformações digitais e gestão da cadeia de suprimentos: uma perspectiva <i>Lean Seis Sigma</i>  | Examinar as transformações digitais das cadeias de suprimentos sob um ângulo de melhoria de processos usando a abordagem LSS DMAIC.  |

**Fonte: Autores**

Os principais resultados indicam que a integração do *Big Data* com a metodologia DMAIC do Seis Sigma apresenta benefícios significativos em termos de melhoria de processos e tomada de decisões em diversas áreas, incluindo a indústria e o setor de serviços. Alguns dos benefícios mais destacados incluem:

- i) **Ampliação da capacidade analítica:** O *Big Data* expande a análise tradicional do Seis Sigma, incorporando técnicas avançadas de análise, como detecção de anomalias, análise de risco e tendências. Isso permite uma análise mais profunda e sistemática dos dados.
- ii) **Melhoria na tomada de decisões:** A integração do *Big Data* no DMAIC capacita uma melhor tomada de decisões, uma vez que fornece uma grande quantidade de dados em tempo real e permite o uso de ferramentas estatísticas avançadas para analisar problemas complexos.
- iii) **Solução de problemas complexos:** O *Big Data* ajuda a identificar causas-raiz de variações nos processos e extrair insights valiosos para atingir objetivos e metas do Seis Sigma, melhorando a eficácia das etapas DMAIC.
- iv) **Escopos mais amplos e observações abrangentes:** A integração do *Big Data* no Seis Sigma permite uma análise mais abrangente e aprimorada dos projetos de melhoria, proporcionando uma visão estruturada e otimizada da extração de dados.
- v) **Suporte à gestão da cadeia de suprimentos:** A aplicação do *Big Data* no contexto do DMAIC aprimora os processos e o desempenho da gestão da cadeia de suprimentos, contribuindo para a redução de desperdícios de processos de fabricação.
- vi) **Contribuição para a Indústria 4.0:** O *Big Data* e outras tecnologias da Indústria 4.0 são integrados de forma eficaz nas metodologias de melhoria contínua, expandindo as capacidades de análise e resolução de problemas.
- vii) **Aplicabilidade em diferentes setores:** A integração do *Big Data* com o DMAIC tem potencial para ser aplicada em diversos setores, incluindo manufatura, empresas de petróleo e gás, ensino superior e cadeias de suprimentos.

Em relação às sugestões de estudos futuros, as principais recomendações incluem a realização de estudos empíricos para avaliar a integração das abordagens em diferentes contextos, a ampliação do escopo da pesquisa para considerar variáveis adicionais, como a indústria e o setor de serviços, e a exploração de outras tecnologias e algoritmos de aprendizado de máquina para aprimorar a precisão das previsões. Além disso, a aplicação de estudos de caso e pesquisas-ação pode ser uma abordagem adequada para testar a eficácia das estruturas propostas em ambientes industriais reais.

## 5. Conclusões

O objetivo deste estudo foi investigar as relações entre o *Big Data* e o DMAIC do Seis Sigma, com o intuito de compreender como a tecnologia *Big Data* poderia contribuir para a melhoria contínua de processos industriais. Partiu-se do pressuposto de que a integração dessas duas abordagens poderia oferecer benefícios significativos para as organizações em termos de eficiência, qualidade e tomada de decisões embasadas em dados.

Para atingir o objetivo proposto, optamos por realizar uma revisão bibliográfica sistemática (RBS). A escolha por esse método se deu pela importância de sintetizar e analisar de maneira organizada o conhecimento existente na literatura sobre o tema. A revisão sistemática nos permitiu identificar estudos relevantes, avaliar a qualidade das evidências apresentadas e obter uma visão abrangente das principais conclusões e tendências nessa área de pesquisa. Além disso, dada a complexidade do tópico e a variedade de abordagens

e perspectivas, a RBS se mostrou fundamental para estabelecer um alicerce sólido para a compreensão das relações entre *Big Data* e DMAIC.

Os principais resultados desta revisão sistemática revelaram que a integração do *Big Data* ao DMAIC do Seis Sigma representa uma oportunidade significativa para aprimorar os processos industriais. Identificaram-se diversas relações entre as duas abordagens, incluindo a capacidade do *Big Data* de aprimorar as análises estatísticas e preditivas no âmbito do DMAIC, possibilitando uma tomada de decisão mais informada. Além disso, foi observado que o *Big Data* pode ser utilizado para coletar dados autônomos fora do escopo tradicional do Seis Sigma, ampliando a gama de informações disponíveis para análise. Essas descobertas ressaltam a importância de explorar ativamente o potencial do *Big Data* nas estratégias de melhoria contínua, fornecendo insights valiosos para profissionais e pesquisadores que buscam aprimorar a eficiência e a qualidade em ambientes industriais.

A originalidade deste estudo reside na sua capacidade de sintetizar e contextualizar o conhecimento existente, fornecer uma visão abrangente das relações entre *Big Data* e DMAIC, e, mais importante, identificar como essa integração pode ser efetivamente aplicada para impulsionar a eficiência e a qualidade nos processos industriais. Isso o torna uma valiosa contribuição para a academia e para profissionais que buscam inovar e aprimorar suas operações em um cenário empresarial em constante evolução.

## Referências

AHMED, Ali; OLSEN, John; PAGE, John. Integration of Six Sigma and simulations in real production factory to improve performance—a case study analysis. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 14, n. 2, p. 451-482, 2022.

BIOLCHINI, Jorge e cols. Revisão Sistemática em Engenharia de Software. **Departamento de Engenharia de Sistemas e Informática COPPE/UFRJ, Laudo Técnico ES**, v. 679, n. 05, pág. 45, 2005.

CENAMOR, Javier; SJÖDIN, D. Rönnerberg; PARIDA, Vinit. Adopting a platform approach in servitization: Leveraging the value of digitalization. **International Journal of Production Economics**, v. 192, p. 54-65, 2017.

CHIARINI, Andrea; KUMAR, Maneesh. Lean Six Sigma and Industry 4.0 integration for Operational Excellence: evidence from Italian manufacturing companies. **Production planning & control**, v. 32, n. 13, p. 1084-1101, 2021.

CLANCY, Rose; O'SULLIVAN, Dominic; BRUTON, Ken. Data-driven quality improvement approach to reducing waste in manufacturing. **The TQM Journal**, v. 35, n. 1, p. 51-72, 2023.

ESCOBAR, Carlos Alberto et al. Quality 4.0—an evolution of Six Sigma DMAIC. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 13, n. 6, p. 1200-1238, 2022.

FACHINELLI, Ana Cristina. *BIG DATA*: o novo desafio para gestão. **Revista Inteligência Competitiva**, v. 4, n. 1, p. 18-38, 2014.

GUPTA, Shivam; MODGIL, Sachin; GUNASEKARAN, Angappa. *Big Data* in Lean Six Sigma: A Review and Further Research Directions. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 3, pág. 947-969, 2020.

KARNJANASOMWONG, Jakrapong; THAWESAENSKULTHAI, Natcha. Dynamic sigma-TRIZ solution model for manufacturing improvement and innovation, case study in Thailand. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, v. 11, n. 2-3, p. 114-156, 2019.

KOPPEL, Siim; CHANG, Shing. DMAIC—a Six Sigma implementation strategy in *Big Data* environments. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 12, n. 2, p. 432-449, 2021.

KREGEL, Ingo et al. Process mining for six sigma: Utilising digital traces. **Computers & Industrial Engineering**, v. 153, p. 107083, 2021.

LAMINE, Kaouthar; LAKHAL, Lassaad. Impact of TQM/Seis Sigma practices on company's performance: Tunisian context. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 35, n. 9, p. 1881–1906, 2018.

LAUX, Chad et al. Impacting *Big Data* analytics in higher education through six sigma techniques. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 66, n. 5, p. 662-679, 2017.

MAIA, Daniele dos Reis Pereira; LIZARELLI, Fabiane Letícia; GAMBI, Lillian Do Nascimento. Industry 4.0 and Six Sigma: a systematic review of the literature and research agenda proposal. **Benchmarking: An International Journal**, p.1463-5771, 2023.

MOHER, David e cols. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement (Chinese edition). **Journal de Medicina Integrativa Chinesa** , v. 7, n. 9, pág. 889-896, 2009.

PICCAROZZI, Michela; AQUILANI, Barbara; GATTI, Corrado. Industry 4.0 in management studies: A systematic literature review. **Sustainability**, v. 10, n. 10, p. 3821, 2018.

PONGBOONCHAI-EMPL, Tanawadee et al. Integration of Industry 4.0 technologies into Lean Six Sigma DMAIC: A systematic review. **Production Planning & Control**, p. 1-26, 2023.

RAUT, Rakesh D. et al. Linking *Big Data* analytics and operational sustainability practices for sustainable business management. **Journal of cleaner production**, v. 224, p. 10-24, 2019.

REN, Yingxue et al. Six Sigma for improving tensile strength: a case study in the impregnating resin manufacturing company. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 13, n. 6, p. 1346-1366, 2022.

RIALTI, Riccardo et al. *Big Data* analytics capabilities and performance: Evidence from a moderated multi-mediation model. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 149, p. 119781, 2019.

ROSSINI, Matteo; POWELL, Daryl John; KUNDU, Kaustav. Lean supply chain management and Industry 4.0: A systematic literature review. **International Journal of Lean Seis Sigma**, v. 14, n. 2, p. 253-276, 2022.

SHIVAJEE, Veer; SINGH, Rajesh Kr; RASTOGI, Sanjay. Manufacturing conversion cost reduction using quality control tools and digitization of real-time data. **Journal of Cleaner Production**, v. 237, p. 117678, 2019.

SIN, Ang Boon et al. Structural equation modelling on knowledge creation in Seis Sigma DMAIC project and its impact on organizational performance. **International Journal of Production Economics**, v. 168, p. 105-117, 2015.

TALEB, Ikbal et al. *Big Data* quality framework: a holistic approach to continuous quality management. **Journal of Big Data**, v. 8, n. 1, p. 1-41, 2021.

TAY, Huay Ling; LOH, Hui Shan. Digital transformations and supply chain management: a Lean Six Sigma perspective. **Journal of Asia Business Studies**, v. 16, n. 2, p. 340-353, 2022.

TRANFIELD, David; DENYER, David; SMART, Palminder. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge through systematic review. **British Journal of Management**, v. 14, n. 3, pág. 207-222, 2003.

WILANTARA, Dedi; Mulyono, Nur Budi; Winarso, Doni. Automate Short Cyclic Well Job Candidacy Using Artificial Neural Networks–Enabled Lean Six Sigma Approach: A Case Study in Oil and Gas Company. **Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET)**, v.12, p.1639-1649, 2022.

ZU, Xingxing; FREDENDALL, Lawrence D.; DOUGLAS, Thomas J. The evolving theory of quality management: the role of Six Sigma. **Journal of operations Management**, v. 26, n. 5, p. 630-650, 2008.