



ARTICLE



SIX SIGMA STRATEGY IN CONTINUOUS IMPROVEMENT OF THE SUPPLY CHAIN: A BIBLIOMETRIC STUDY

ESTRATÉGIA SEIS SIGMA NA MELHORIA CONTÍNUA DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

Raissa Paraquett¹ | Pedro Senna² | Ana Carla Souza³

¹ Mestranda em Engenharia de Produção e Sistemas, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.

² Professor do Curso de Graduação em Engenharia de Produção do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPRO), Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca - CEFET/RJ, Rio de Janeiro/RJ, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0003-2501-2203>.

³ Professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Niterói/RJ, Brasil.
<https://orcid.org/0000-0002-6205-7454>.

Corresponding Author:

Raissa Paraquett
E-mail: pedro.senna@cefet-rj.br

Editor Executivo

Ms. Altieres de Oliveira Silva
Alumni.In Editors - UNICURITIBA

How to cite this article:

Paraquett, R., Senna, P., & Gomes dos Santos, A. C. S. (2023). Six Sigma Strategy in Continuous Improvement of the Supply Chain: A Bibliometric Study. *Journal of Sustainable Competitive Intelligence*, 13, e0427.
<https://doi.org/10.24883/eagleSustainable.v13i.427>

ABSTRACT

Purpose: The objective of this scientific article is to conduct a bibliometric study on the Six Sigma strategy applied to the supply chain seeking to investigate how Six Sigma has been applied in mitigating risks in supply chains. For this, the main characteristics of the implementation of the methodology and its results in terms of reducing waste, errors and improving quality were analyzed.

Methodology/approach: This study identified that the Six Sigma methodology can be used to minimize risks that may affect the entire supply chain, as well as strengthen a company's competitive position, allowing it to offer higher quality products and services, with competitive prices and greater efficiency.

Originality/Relevance: They reside in the fact that the adoption of a strategic approach is fundamental for the successful implementation of the Six Sigma methodology in the supply chain. In addition, information management is essential for a successful implementation of the strategy and innovation management can help identify new opportunities for improvement and cost reduction in the supply chain.
Key findings: This study presents a significant contribution to the literature on the application of the Six Sigma methodology in the supply chain, providing valuable insights for managers and researchers interested in improving the efficiency and quality of their companies' supply chain.

Theoretical/methodological contributions: The theoretical contribution is a bibliometric analysis on the implementation of the Six Sigma strategy in the supply chain, highlighting the main strategies of this application and their impacts on supply chain management.

Keywords: Bibliometrics. Supply chain. Six sigma. Risk management in supply chains. Strategy.



DOI: <https://doi.org/10.24883/eagleSustainable.v13i.427>



RESUMO

Objetivo: O objetivo deste artigo científico é conduzir um estudo bibliométrico sobre a estratégia Seis Sigma aplicada à cadeia de suprimentos, buscando investigar como o Seis Sigma tem sido aplicado na mitigação de riscos em cadeias de suprimentos. Para isso, foram analisadas as principais características da implementação da metodologia e seus resultados em termos de redução de desperdícios, erros e melhoria da qualidade.

Metodologia/abordagem: Este estudo identificou que a metodologia Seis Sigma pode ser utilizada para minimizar riscos que possam afetar toda a cadeia de suprimentos, bem como fortalecer a posição competitiva de uma empresa, permitindo que ela ofereça produtos e serviços de maior qualidade, com preços competitivos e maior eficiência.

Originalidade/Relevância: Residem no fato de que a adoção de uma abordagem estratégica é fundamental para o sucesso da implementação da metodologia Seis Sigma na cadeia de suprimentos. Além disso, a gestão da informação é essencial para uma aplicação bem-sucedida da estratégia e a gestão da inovação pode ajudar a identificar novas oportunidades de melhoria e redução de custos na cadeia de suprimentos.

Principais conclusões: Este estudo apresenta uma contribuição significativa para a literatura sobre a aplicação da metodologia Seis Sigma na cadeia de suprimentos, fornecendo insights valiosos para gestores e pesquisadores interessados em melhorar a eficiência e qualidade da cadeia de suprimentos de suas empresas.

Contribuições teóricas/metodológicas: A contribuição teórica é uma análise bibliométrica sobre a implementação da estratégia Seis Sigma na cadeia de suprimentos, destacando as principais estratégias dessa aplicação e seus impactos na gestão da cadeia de suprimentos.

Palavras-chave: Bibliometria. Cadeia de suprimentos. Seis sigma. Gestão de risco em cadeias de suprimentos. Estratégia.

1 INTRODUÇÃO

A gestão da cadeia de suprimentos (SCM) consiste em um importante desafio para as organizações atuais, sobretudo devido ao ambiente dinâmico no qual estão inseridas. As empresas enfrentam desafios significativos ao gerenciar e reduzir riscos e impactos ambientais (KARIMAH, 2016). No entanto, as empresas que aplicam a gestão e o controle de sua SCM otimizam seus recursos, maximizam seu retorno econômico e fomentam seu processo de vantagem competitiva.

À medida que as redes da SCM aumentam em complexidade e volatilidade

no ambiente de negociação, o risco de interrupção também aumenta (KEI TSE, 2016). As operações ágeis e o aumento das ameaças dos concorrentes contribuíram para a importância de gestão de risco da SCM (COLICCHIA, 2012). Os membros da cadeia devem empreender um esforço conjunto para identificar maneiras de gerenciar o risco de rupturas, minimizar o impacto das interrupções (KEI TSE, 2016) e, ao mesmo tempo, desenvolver estratégias de mitigação de risco (FILBECK, 2016). Neste sentido, líderes da SCM acreditam que o gerenciar riscos em cadeias de suprimentos (supply chain risk management – SCRm) vem se consolidando como um conceito e um conjunto de práticas essenciais (TRKMAN, 2016).

Os sistemas produtivos apresentam comportamentos dinâmicos e complexos devido à interação de diversos recursos. Com o objetivo de minimizar os erros e os desperdícios, uma alternativa é a aplicação do método seis sigma. O método seis sigma aplicado às cadeias de suprimentos possibilita estabelecer uma ligação entre o mercado, rede de distribuição, processo produtivo e setor de compras, a fim de que os clientes obtenham o maior nível de serviço possível com menor custo, adquirindo assim melhoria na qualidade do produto ou serviço. A implementação deste método na cadeia de suprimentos pode contribuir para a melhoria do desempenho de toda a cadeia, desde o fornecimento de matéria-prima até a entrega do produto final ao cliente (ZHANG et al., 2020). É uma abordagem para o desenvolvimento porque oferece soluções para muitos problemas enfrentados pelas empresas hoje (SNEE, 2010), e isso agrega valor às organizações (TSIRONIS e PSYCHOGIOS, 2016). No entanto, para obter sucesso no método, é necessário adotar estratégias específicas que considerem as particularidades da cadeia e os objetivos estratégicos da organização. O uso do mesmo vem sendo adotado por muitas empresas de serviços e de produtos, possuindo múltiplos proponentes da abordagem estratégica para a melhoria contínua de seus processos, contribuindo para a obtenção de vantagem competitiva (GOH et al., 2019; ABDULLAH et al., 2021). A meta do seis sigma é reduzir a variação nos processos e atingir a "qualidade Seis Sigma", uma referência estatística para 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (PANDE, 2001).

Neste sentido, este trabalho tem como finalidade realizar um estudo bibliométrico com o objetivo de compreender a relação entre seis sigma e SCM, buscando investigar como o Seis Sigma tem sido aplicado na mitigação de riscos em cadeias de suprimentos. Os resultados apontam os principais autores, periódicos, artigos e as principais redes cowords e cocitação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção é apresentada a fundamentação teórica sobre os assuntos que norteiam a pesquisa.

2.1 Gestão de risco em cadeias de suprimentos

O Global Supply Chain Forum (2016) define SCM como a integração de processos de negócios-chave a partir do consumidor por meio dos fornecedores que proporcionam produtos, serviços e informações que agregam valor para os consumidores e outros stakeholders. SCM também pode ser considerado como a

coordenação sistemática de funções tradicionais de negócio e táticas empregadas na relação entre estas funções dentro de uma empresa particular e entre empresas diferentes de uma mesma cadeia, a fim de melhorar o desempenho a longo prazo das empresas (MENTZER, 2014).

Bowersox (2013) acredita que a integração da SCM não adota os arranjos convencionais relacionados aos canais de distribuição, resultando na eliminação de conexões frágeis entre empresas independentes que trocam estoques entre si. Em vez disso, é empregado um método de gestão coordenada para maximizar o impacto no mercado, resultando assim em uma melhor eficiência, melhoria contínua e competitividade.

De acordo com Ballou (2009), todas as atividades são consideradas fundamentais para fornecer bens e serviços aos consumidores. Além disso, ele destaca a diferença entre a cadeia de suprimentos contemporânea e a logística tradicional, considerando-as como partes do mesmo processo. Sendo assim, a logística desempenha papéis essenciais, tais como informação, transporte, armazenagem, manuseio de materiais e embalagens (BOWERSOX; CLOSS, 2001). O Council of Logistics Management (2016) vai além, afirmando que as atividades logísticas, como planejamento, implementação e controle eficiente do fluxo, armazenamento de bens e/ou serviços, e informações relacionadas, fazem parte da cadeia de suprimentos, abrangendo desde o ponto de origem até o consumidor final.

Heaney (2015) explica que no cenário atual as empresas coordenam grande quantidade de informações, logo precisam usar cada vez mais técnicas como Business Intelligence (BI) para tomada de decisão. Essas técnicas permitem identificar os riscos da cadeia de abastecimento com base na análise de dados.

Contudo, o SCM possui riscos em sua aplicação que podem causar vulnerabilidade, como por exemplo: impactos e interrupções nas atividades de logística, recursos, fluxo de materiais e informações na cadeia de abastecimento (BRINDLEY, 2004). Sendo assim, a gestão de risco da cadeia de suprimentos (SCRM) é descrita como um conjunto de processos para identificar e mitigar potenciais riscos (MANUJ, 2008), podendo seguir 5 etapas (HO, 2015): i) Identificação de riscos - processo que identifica tipos e fatores de risco; ii) Avaliação de risco - processo que avalia a probabilidade e impacto da ocorrência de um evento; iii) Mitigação de risco - processo para mitigar a probabilidade de um evento ocorrendo; iv) Monitoramento de riscos - processo que detecta a ocorrência de uma interrupção; v) Risco recuperação: processo para recuperação rápida da cadeia de abastecimento durante uma ocorrência.

Os riscos muitas vezes surgem na interface entre os parceiros da cadeia de abastecimento, ou até mesmo, em fatores como falta de alinhamento cultural e comunicação ineficaz. No que diz respeito à gestão, o risco pode ocorrer em todas as camadas e é inerente à ocorrência de informações desconhecidas que estão presentes ao operar através das unidades de negócios e limites da empresa (KEITSE, 2016).

O SCRM deve ser analisado como uma abordagem para aumentar o valor para a empresa, seus clientes e acionistas (TRKMAN, 2016). Deve ser definido como a identificação e gestão de riscos para a cadeia de suprimentos por meio da abordagem de coordenada entre membros da cadeia, a fim de reduzir a vulnerabilidade da cadeia

de abastecimento, como um todo.

2.2 Seis sigma

A metodologia seis sigma foi criada com o objetivo estratégico de melhoria de processos de negócios mais promissores. Foi usado por inúmeras empresas de diversas classes mundiais por mais de três décadas (ANTONY, 2019). Sua função é melhorar os processos de negócios com base no mínimo de desperdício, controle da variação e redução do custo da qualidade (BENDELL, 2006). Esta estratégia tornou uma das mais significativas para melhorar processos e produtos (TLAP, 2016), e sugere que há uma correlação direta entre qualidade do produto e satisfação do cliente (TSIRONIS; PSYCHOGIOS, 2016). Usando métodos estatísticos para identificar defeitos e melhorar processos e, ao mesmo tempo, responder as vozes dos clientes (TSIRONIS, 2016). Além disso, para as empresas que desejam aderir a este método, tem cursos de treinamento padronizados. Hoje, grandes organizações e pequenas e médias empresas (PMEs) estão usando seis sigma (KUMAR, 2008).

O objetivo é incluir ideias de melhoria contínua, organização achatada de estruturas, trabalho em equipe, eliminação de desperdícios, uso eficiente de recursos e fornecimento cooperativo gestão da cadeia (RAGHU KUMAR, 2016). A metodologia fornece um conjunto de soluções padrões para problemas comuns e otimiza processos em todo o valor cadeia (DE KONING, 2008), baseado em um conjunto de valores e princípios que são atualizados por métodos e ferramentas (MAARTENSSON, 2019). As evidências sugerem que os métodos e ferramentas seis sigma aprimoram a organizações de vários setores para melhorar suas operações e processos (BELEKOUKIAS, 2014).

No entanto, para obter sucesso na aplicação do Seis Sigma na cadeia de suprimentos, é fundamental considerar a gestão da informação e a gestão da inovação. Segundo Singh e Banwet (2012), a gestão da informação é crucial para a aplicação bem-sucedida do Seis Sigma na cadeia de suprimentos, pois permite que as empresas obtenham dados precisos e atualizados sobre os processos e a produção. Essas informações são importantes para tomar decisões precisas e rápidas, identificar oportunidades de melhoria e redução de custos, além de melhorar a comunicação e colaboração com os fornecedores.

A gestão da inovação também é um aspecto importante a ser considerado na aplicação do Seis Sigma na cadeia de suprimentos. Segundo Vaidya e Khare (2016), a inovação pode ajudar a identificar novas oportunidades de melhoria e redução de custos, tornando a empresa mais eficiente e competitiva. Além disso, a inovação pode ser aplicada em várias áreas da cadeia de suprimentos, desde o design do produto até a logística e entrega.

A integração do Seis Sigma com outras práticas de gestão, como marketing e inovação, pode proporcionar vantagens competitivas significativas para as organizações. Segundo Nahmias (2018), por meio da aplicação do Seis Sigma, as empresas podem identificar oportunidades de melhoria nos processos de marketing, melhorando a eficiência e eficácia da campanha e aumentando a satisfação do cliente. Além disso, a integração do Seis Sigma com a gestão da inovação pode levar a produtos inovadores que atendam às necessidades dos clientes e superem a concorrência.

O seis sigma é baseado em abordagens específicas, sendo as principais o

DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) e o DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify). O DMAIC é um processo sistemático no qual o problema de desempenho organizacional existe uma solução conhecida. Esta abordagem visa identificar problemas, medir a situação atual, analisar dados, implementar melhorias e controlar os resultados alcançados. Esta abordagem é aplicada quando é necessário melhorar um processo existente, identificar as causas-raiz dos problemas e otimizar a eficiência operacional ao longo da cadeia de suprimentos. Por outro lado, o DMADV é utilizado quando se busca desenvolver um novo produto, serviço ou processo na cadeia de suprimentos. O processo começa definindo as metas e requisitos, medindo as necessidades dos clientes, analisando as alternativas de projeto, projetando uma solução ideal e verificando sua eficácia antes da implementação.

A metodologia utilizada pelo DMAIC é composto por cinco etapas distintas. Na primeira etapa, Define (Definir), são estabelecidos os objetivos e requisitos do projeto. Em seguida, na etapa Measure (Medir), são coletados dados relevantes para entender a situação atual e identificar as áreas de melhoria. A terceira etapa, Analyze (Analisar), envolve uma análise aprofundada dos dados para identificar as causas-raiz dos problemas e suas relações de causa e efeito. A etapa Improve (Melhorar) se concentra na implementação de soluções para resolver os problemas identificados, utilizando técnicas como otimização de processos, redesign de layout ou implementação de tecnologias. Por fim, na etapa Control (Controlar), são estabelecidos controles e monitoramentos para garantir a sustentabilidade das melhorias implementadas ao longo do tempo. Já o DMADV também possui cinco etapas. A primeira etapa, Define (Definir), estabelece as metas e requisitos do projeto. Na etapa Measure (Medir), são coletados dados para entender as necessidades dos clientes. A etapa Analyze (Analisar) envolve uma análise detalhada dos dados para identificar as melhores alternativas de projeto. A etapa Design (Projetar) foca na elaboração de soluções ideais com base na análise realizada. Por fim, a etapa Verify (Verificar) envolve testes e avaliações para garantir que a solução desenvolvida atenda aos requisitos estabelecidos. Esses métodos, DMAIC e DMADV, fornecem estruturas sólidas e abrangentes para a melhoria contínua e o desenvolvimento de produtos, serviços e processos ao longo da cadeia de suprimentos, resultando em maior eficiência, qualidade e satisfação do cliente.

2.3 Visão estratégica e seis sigma

A metodologia Seis Sigma é uma abordagem estratégica que tem como objetivo a melhoria contínua dos processos, buscando reduzir a variabilidade e aumentar a eficiência e eficácia das atividades realizadas (GARG et al., 2020). A estratégia Seis Sigma baseia-se em uma abordagem sistemática e disciplinada para a solução de problemas, que inclui a utilização de dados e análises estatísticas para identificar e eliminar causas raiz de defeitos e falhas nos processos (BUNKER et al., 2019).

A estratégia Seis Sigma tem sido amplamente adotada por empresas de diversos setores para a melhoria de seus processos, com resultados positivos em termos de redução de custos, aumento da satisfação do cliente e melhoria do desempenho organizacional como um todo (GHOSH et al., 2021; KUMAR et al., 2021).

No entanto, é importante ressaltar que a aplicação da estratégia Seis Sigma na

cadeia de suprimentos requer adaptações e estratégias específicas para lidar com as particularidades e desafios dessa área (SAVITSKAYA et al., 2021). Dessa forma, a integração da metodologia Seis Sigma com outras abordagens de gestão, tais como Lean Manufacturing e Gestão de Riscos, pode contribuir para a obtenção de melhores resultados na gestão da cadeia de suprimentos (ALVES et al., 2019; MOHAMMADI et al., 2021).

3 MÉTODO

Com o intuito de esclarecer o objetivo deste artigo, a relação entre seis sigma e SCM, buscando investigar como o Seis Sigma tem sido aplicado na mitigação de riscos em cadeias de suprimentos, foi estruturada uma busca sistemática usando a base de dados Scopus. A base Scopus é a maior fonte pesquisável de citações e resumos (CHADEGANI, 2013).

No primeiro momento foi realizada uma busca na base Scopus, utilizando um recorte temporal de 2003 a 2020 e as palavras-chave "Gerenciamento de Risco da Cadeia de Suprimentos" e "Seis Sigma", na língua inglesa.

A pesquisa resultou em 83 documentos para a realização deste estudo. Logo após selecionar os artigos no Scopus, foi gerado um arquivo com a extensão ".bib" que foi utilizado como base de dados para as análises bibliométricas.

Contudo, foi necessário remover duplicatas e gerar um conjunto de dados final de artigos. Em seguida, todos os títulos e resumos dos artigos selecionados foram cuidadosamente revisados e analisados, com o objetivo de identificar e caracterizar os principais autores, objetivos, resultados e aplicações. Os estudos realizados revelaram certa variação em relação às metodologias utilizadas, objetivos e resultados nos artigos encontrados em sua maioria nas áreas de Engenharia e Administração de Empresas. O processo adotado teve início com uma revisão, na qual foram selecionados os bancos de dados a serem pesquisados e os critérios pelos quais os artigos relacionados à metodologia seriam extraídos. Posteriormente, foi utilizado o software Microsoft Excel para classificar os 83 artigos e investigar as principais tendências e similaridades em relação ao tema. A classificação cronológica desempenhou um papel importante na compreensão da evolução da metodologia Seis Sigma ao longo do tempo. Por fim, foram realizadas classificações em níveis setoriais para analisar as contribuições em diferentes setores de serviço. A estrutura das classificações adotadas mostrou-se fundamental para a compreensão do tema e apresentação do estudo realizado.

Após análise de todos os artigos em questão, foram utilizados o pacote denominado Bibliometrix (ARIA; CUCCURULLO, 2017) e a aplicação em linguagem R denominada Biblioshiny (ARIA; CUCCURULLO, 2017) para gerar gráficos que proporcionassem uma análise abrangente desses artigos. Todos os resultados estatísticos e conjuntos de dados completos estão detalhados na seção 4 do artigo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos a partir da análise bibliométrica realizada sobre a implementação da estratégia Seis Sigma na cadeia de suprimentos. Em seguida, serão discutidas as implicações teóricas e práticas desses resultados para a gestão da cadeia de suprimentos e para a competitividade das

empresas.

Os resultados apresentados neste estudo fornecem insights valiosos sobre as principais características da implementação da metodologia Seis Sigma na cadeia de suprimentos e seus impactos na redução de desperdícios, erros e melhoria da qualidade. Além disso, a análise também permitiu identificar a importância da gestão da informação e da inovação para o sucesso da aplicação da estratégia Seis Sigma na cadeia de suprimentos, aplicando na prática para otimizar processos, reduzir custos, aumentar a qualidade e mitigar riscos em diferentes setores e indústrias.

Dessa forma, os resultados e discussões apresentados neste capítulo podem ser úteis para gestores e pesquisadores interessados em implementar a estratégia Seis Sigma na cadeia de suprimentos de suas empresas, contribuindo para a melhoria da eficiência e qualidade da cadeia de suprimentos e para o fortalecimento da posição competitiva das empresas no mercado.

Ao fornecer uma visão detalhada das publicações científicas relevantes, o artigo facilita o acesso a informações importantes para pesquisadores, profissionais e gestores interessados em aprofundar seus conhecimentos sobre a implementação do Seis Sigma na gestão da cadeia de suprimentos. Essa compreensão aprimorada contribui para o avanço do conhecimento nessa área e promove a adoção de práticas mais eficientes e eficazes, resultando em cadeias de suprimentos mais resilientes, competitivas e sustentáveis.

4.1 Resultados

Nesta seção, apresentamos a análise bibliométrica completa. A Figura 1 mostra a distribuição dos artigos por ano de publicação. Observa-se que o assunto é de extrema relevância e possui um expressivo número de publicações atual sobre o tema, notamos um pico crescente no ano de 2019/2020. Isso ocorre provavelmente em razão da globalização e da necessidade das empresas de aderirem o conceito de seis sigma aplicado na cadeia de suprimentos, com o objetivo de integrar e coordenar todas as atividades e processos em toda a cadeia de abastecimento por meio de colaboração e troca de informações aprimoradas (LUMMUS, 1999). Nota-se também um número de publicações significativas no ano de 2009 até 2011.

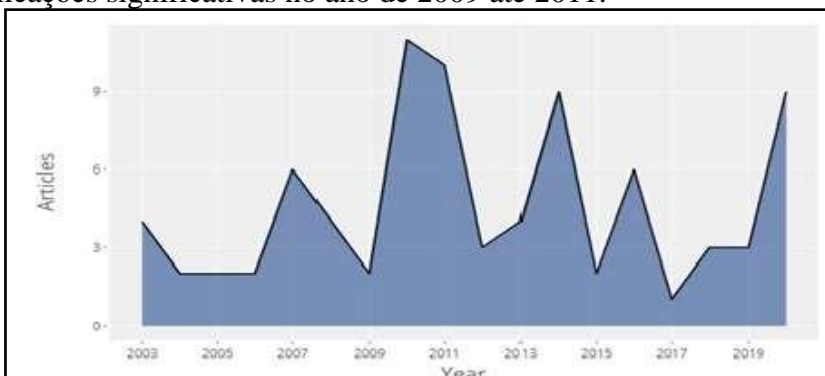


Figura 1 Publicações por Ano

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A Figura 2 mostra o número de publicações por periódico, sendo que International journal of quality and reliability management se destaca com 5 artigos.

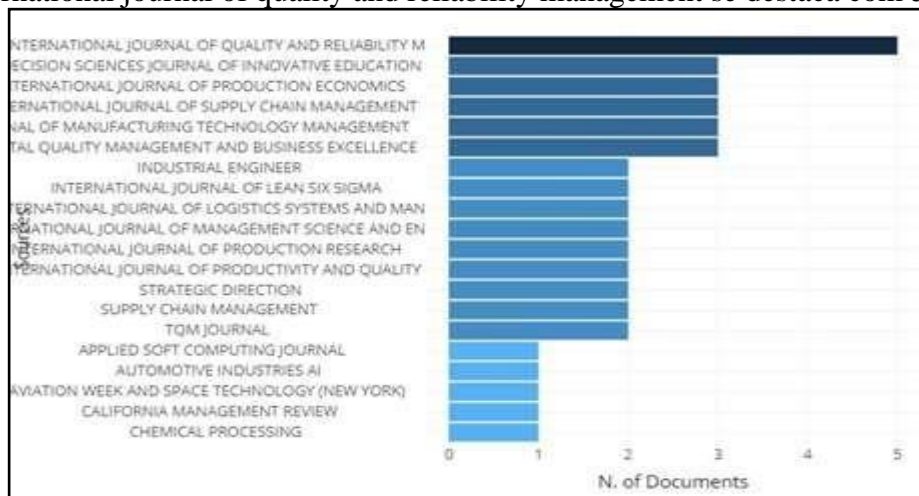


Figura 2 Fontes mais relevantes

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Os autores mais relevantes são apresentados na Figura 3.

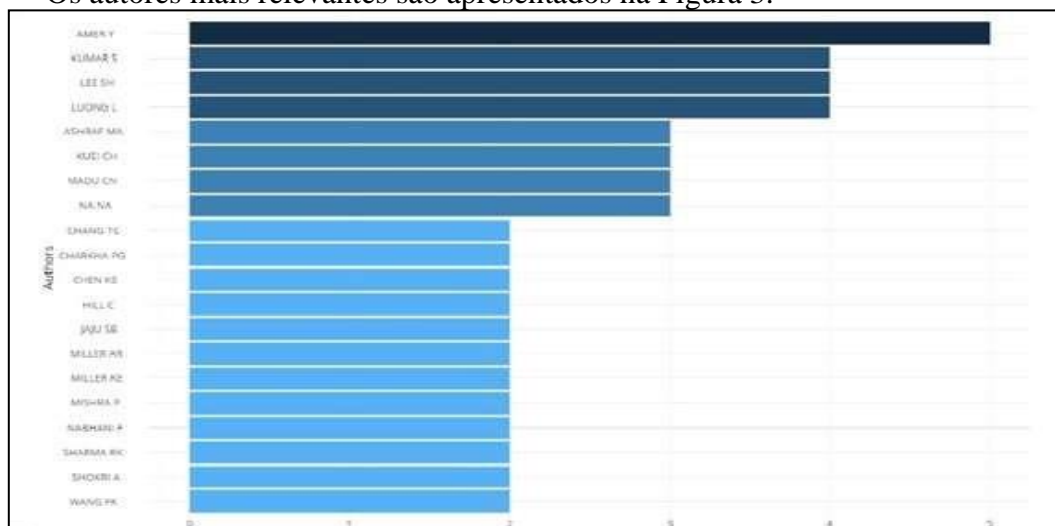


Figura 3 Autores mais relevantes

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na Figura 4 observamos os artigos mais citados sobre este tema. Os 10 artigos são: 1- Multi-objective stochastic supply chain modeling to evaluate tradeoffs between profit and quality . 2- Six Sigma quality: A structured review and implications for future research 3- Closed-loop supply chain network design under a fuzzy environment. 4- Using the six-sigma metric to measure and improve the performance of a supply chain. 5- Supply chain management six sigma: A management innovation methodology at the Samsung Group. 6 - Managing recalls in a consumer product supply chain - Root cause analysis and measures to mitigate risks. 7- Applying Six-Sigma to Supplier Development. 8- Developing global supply chain quality management systems. 9 - Reducing the delivery lead time in a food distribution SME through the implementation of six sigma methodology. 10 - A modified two-tuple FLC model for evaluating the

performance of SCM: By the Six Sigma DMAIC process.

Dentre toda a lista dos 83 artigos, a maioria deles utilizam diferentes maneiras de correlacionar o método seis sigma com o gerenciamento a cadeia de suprimentos de forma global ou com alguma empresa específica. desenvolvimento de uma cadeia de abastecimento requer a colaboração entre os parceiros da cadeia com o objetivo de ajudar as empresas a encontrarem soluções para melhorar seus desempenhos e assim serem mais competitivas no mercado (NURUL KARIMAH, 2016). A colaboração é a confluência de todas as partes na cadeia, agindo com um foco em comum, gerando assim, valores agregados a cada parte da mesma.

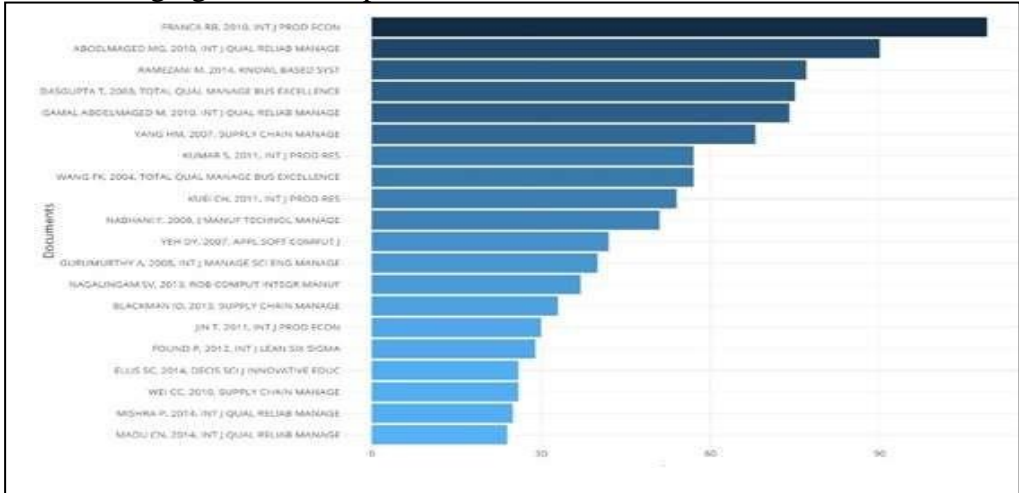


Figura 4 Principais citações

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Neste recorte, o principal autor é o Jiju Antony que possui maior número de publicações, até o momento da pesquisa. Podemos observar o número de publicações de cada autor na Figura 5.

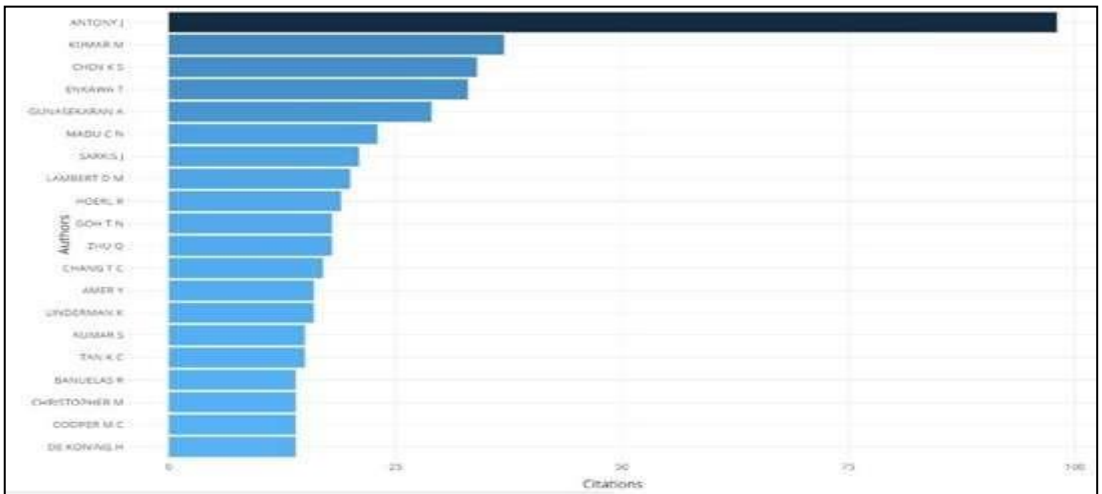


Figura 5 Número de Publicações por Autor

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na Figura 6 mostra a nuvem de palavras com base nas palavras-chave para esta pesquisa. Nuvem de palavras é uma forma de visualização de dados linguísticos que mostra a frequência com que as palavras aparecem em determinado contexto a partir do conjunto de artigos pesquisados. Podemos observar nesta nuvem que as palavras mais relevantes foram “Supply chains” e “Six-sigma”. Porém, existem outras palavras bem relevantes que pertencem a diversos artigos desta pesquisa, como por exemplo: “Process engineering”, “Process monitoring”, “Manufacture” e “Quality Control”. A partir destas quatro palavras podemos observar que seis sigma aplicado na cadeia de suprimentos está relacionado aos processos em geral de uma empresa com o objetivo de possuir um controle de qualidade maior e uma produção limpa, sem desperdícios. Este mecanismo é de grande importância para as empresas, pois o mesmo permite que minimize os erros durante a produção até o cliente final, gerando assim, maior lucro para a empresa, maior qualidade no serviço ou produto e satisfação do cliente.



Figura 6 Nuvem de Palavras
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A Figura 7 apresenta rede de concorrência de palavras que permite estabelecer as possíveis forças de ligação entre os termos e assuntos. A rede gerada possui quatro clusters principais. Um pequeno cluster que associa planejamento estratégico, controle de inventário, grandes indústrias. Dois clusters intermediários que associam indústria, vendas, medições de desempenho, qualidade do produto e o outro clusters com as menções associadas à produção enxuta e logística. E finalmente o maior cluster que associa rede de fornecimento, gestão de qualidade, sistema de custo-benefício, fabricação e outros.

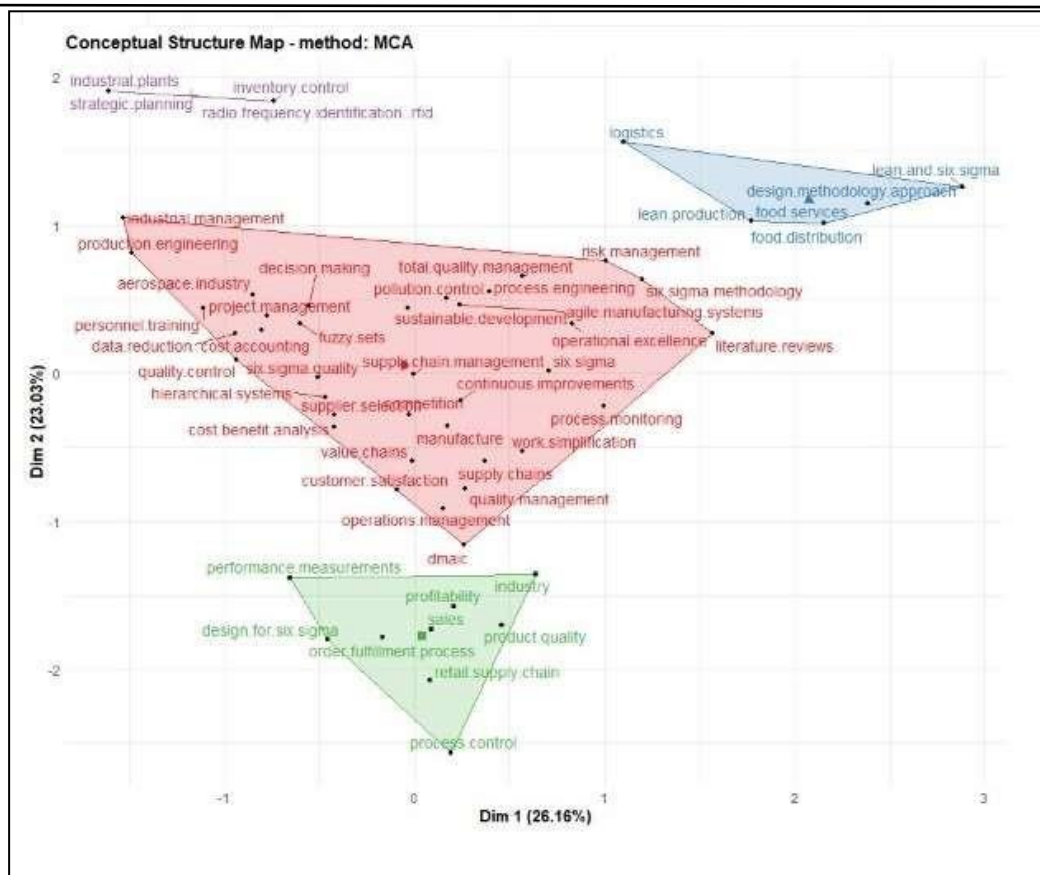


Figura 7 Rede Co Word

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na Figura 8 pode-se observar uma rede de cocitação, ou seja, os principais trabalhos publicados com temas relacionados com seis sigma aplicados às cadeias de suprimentos e os anos de publicação. Esta rede representa quando um ou dois artigos foram citados em outro artigo mais recente, sendo assim, observamos que o artigo de Dasgupta, Tirthankar de 2003 foi citado diversas vezes em publicações mais recentes. O artigo intitulado: “Usando a métrica seis sigma para medir e melhorar o desempenho de uma cadeia de suprimentos” possui uma grande importância, pois traz de forma simples o desempenho de vários processos que puderam ser medidos em uma escala comum e comparados com padrões de classe mundial, tornando-a mais eficaz. Além disso, mostra como as métricas de seis sigma podem ajudar nas organizações. Logo esta publicação possui muita relevância neste tema e por isso foi mencionado diversas vezes em outros trabalhos mais recentes.

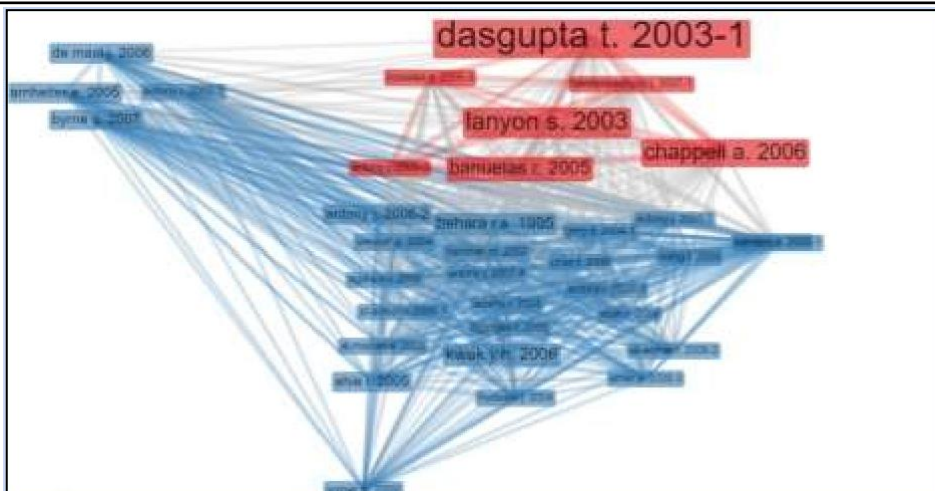


Figura 8 Rede de Co Citação
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

4.2 Discursão

A pesquisa realizada teve por objetivo realizar um estudo bibliométrico com o objetivo de compreender a relação entre seis sigma e SCM, buscando investigar como o Seis Sigma tem sido aplicado na mitigação de riscos em cadeias de suprimentos. Através desta pesquisa foi possível identificar a evolução das publicações científicas sobre o seis sigma aplicado na cadeia de suprimentos. Para isso, empregou-se análise qualitativa mediante pesquisa bibliométrica utilizando a base de dados Scopus. No entanto, existe uma limitação no estudo realizado, sobretudo em relação a utilização de uma única base de dados, que apesar de ser relevante para o ambiente científico, não é possível garantir que todas as literaturas relevantes foram abordadas. Além disso, foram analisadas apenas os artigos em inglês. O estudo identificou os principais autores, os artigos mais citados, cocitação entre artigos, bem como outras estatísticas que ajudam a criar um panorama da literatura. Os resultados obtidos demonstraram que o início das publicações sobre tal tema surgiu no ano de 2003, contudo o ápice ocorreu em 2010. Gaudenzi; Christopher (2016) explicam que muitas empresas hoje precisam desenvolver cadeias de suprimentos que são "enxutas" e "ágeis". Além disso, neste caso, é benéfico usar uma abordagem orientada para a gestão de projetos com a ferramenta seis sigma, esta por sua vez é fundamental para fazer melhorias e mitigar os possíveis riscos de uma cadeia. Com o objetivo de equilibrar as necessidades diferentes de "enxuto" e "ágil" em diferentes funções e cadeia de suprimentos, o uso de um deste método se torna necessário (ANDERSSON, 2020). Como tema "seis sigma" abrange diversas áreas do conhecimento, em diversos ramos de empresas, esta pesquisa observou que mesmo com grande parte das empresas não divulgando a atuação do programa devido ao alto grau de sigilo do processo, a ferramenta ainda será uma das grandes promotoras de novas tecnologias no que se refere à melhoria da qualidade em produtos e serviços.

No entanto, é importante destacar que a obtenção de vantagem competitiva por meio da aplicação da metodologia Seis Sigma na cadeia de suprimentos requer um processo contínuo de inovação e melhoria, com a adoção de novas tecnologias e a busca constante pela excelência em processos e resultados (BIRUK et al., 2019;

SAVITSKAYA et al., 2021). Nesse sentido, a gestão da inovação e o marketing são fundamentais para o sucesso da estratégia Seis Sigma na cadeia de suprimentos, pois contribuem para a identificação de novas oportunidades de melhoria e para a comunicação dos resultados obtidos para os diversos stakeholders envolvidos na cadeia (GANGWAR et al., 2019).

De um modo geral, o planejamento estratégico integrado para o desenvolvimento de atividades logísticas é de suma importância para possibilitar uma cadeia de longo prazo, sendo assim, abrange todas as atividades relacionadas com o fluxo e a transformação de mercadorias desde o estágio de matéria-prima até o usuário final, bem como os respectivos fluxos de informação. O primeiro passo para as empresas minimizarem os riscos será envolver mais fornecedores externos e clientes em todos os processos de produção do produto ou serviço, com o objetivo de usar a estrutura de treinamento do seis sigma e incentivar a participação dos mesmos.

Em âmbito atual, diversas empresas aderiram a ferramenta seis sigma com o objetivo de desenvolverem uma forma estruturada de novos processos de produção de produtos, para tornarem melhores, mais rápidos e mais flexíveis. Foi provado que está ferramenta funciona como inovação e desempenho nos níveis organizacionais e operacionais. Além disso, há indicações que projetos que envolvam maior número de pessoas em uma determinada empresa, produzem os melhores resultados financeiros (Oprime, 2019), sendo assim, aumenta a competitividade em um ambiente turbulento do mercado. Dessa forma, a aplicação desta estratégia deve considerar não apenas os aspectos técnicos e operacionais, mas também os aspectos estratégicos e de marketing, visando a obtenção de vantagem competitiva e a maximização dos resultados para a empresa.

A fim de mitigar os riscos da cadeia de suprimentos é necessário que a primeira medida a ser tomada deve ser dentro da própria empresa. Em segundo lugar, é necessário que seja dentro da cadeia de suprimentos. Para realizar com êxito é importante que haja uma comunicação, colaboração e integração entre os membros que compõem a cadeia de suprimentos, permitindo obter resultados significativos na melhoria dos processos e na obtenção de vantagem competitiva por meio da gestão eficiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo científico proporciona uma análise abrangente sobre a aplicação do Seis Sigma na melhoria contínua da cadeia de suprimentos, fornecendo informações valiosas para pesquisadores, profissionais e gestores interessados nesse tema. Suas contribuições incluem insights sobre otimização de processos, redução de custos, melhoria da qualidade e mitigação de riscos em diferentes setores. Isso contribui para o avanço do conhecimento e para o desenvolvimento de práticas mais eficientes e sustentáveis na gestão da cadeia de suprimentos.

A aplicação da estratégia Seis Sigma na melhoria contínua da cadeia de suprimentos pode trazer benefícios significativos para as organizações, permitindo-lhes melhorar a eficiência, qualidade e reduzir custos, além de proporcionar vantagens competitivas e benefícios aos seus clientes. Contudo, é necessário que as empresas que

são direcionadas ao consumidor final devem introduzir os fornecedores e outras partes interessadas no processo de logística e cadeia de suprimentos, pois desta forma torna-se mais efetivo o uso do seis sigma na empresa. O sucesso da implementação dessa metodologia também depende da gestão de informações e da integração de sistemas em toda a cadeia de suprimentos, o que pode levar a uma maior visibilidade e controle. Representantes de diferentes empresas e de diferentes partes das cadeias de suprimentos podem cooperar umas com as outras utilizando o método seis sigma e realizar projetos juntos e cruzar fronteiras.

Além disso, a aplicação da estratégia Seis Sigma na cadeia de suprimentos pode proporcionar vantagens competitivas significativas para as organizações. A integração dessa estratégia com outras práticas de gestão, como marketing e inovação, pode aumentar ainda mais a eficácia dessa metodologia. Isso pode permitir que as empresas atendam às necessidades dos clientes com maior precisão e rapidez, o que pode levar a uma maior satisfação do cliente e a uma maior fidelização.

A logística necessita ser ao mesmo tempo ágil e precisa, tem que interagir com diversas áreas dentro e fora da empresa e concentra em suas mãos um valor alto em ativos da mesma. Portanto, o método Seis Sigma possui uma importância para a resolução dos problemas operacionais na parte de produção, visando eliminar seus desperdícios e aumentar a variabilidade dos processos. Esta metodologia deve ser utilizada com seriedade e apoio de todos os níveis da organização a fim de alcançar a satisfação de seus clientes e aumentar a lucratividade, sendo assim conseguem se destacar no mercado e garantir sua posição de liderança.

REFERÊNCIAS

- Alves, A. C., Barreto, L. L., Canto, R. F., Lemos, D. S., & Souza, A. V. (2019). "Six Sigma application in a Brazilian public hospital: a case study." *Total Quality Management & Business Excellence*, 30(9-10), 1019-1033.
- Andersson, R., Pardillo-Baez, Y. (2020) The Six Sigma framework improves the awareness and management of supply-chain risk. *TQM Journal*, 32.
- Aria, M., Cuccurullo, C. (2017) Bibliometrix: Uma ferramenta R para análise abrangente de mapeamento científico. *Journal of Informetrics*, Vol. 11, No. 4.
- Ballou, R. H. (2009) *Logística empresarial*. Rio de Janeiro. Atlas.
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J.A., Kumar, V. (2014) The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, Vol. 52 No. 18, pp. 5346-5366.
- Bendell, T.(2006) A review and comparison of six sigma and the lean organisations. *The TQM Magazine*, Vol. 18 No. 3, pp. 255-262.
- Bowersox, D. J.; Closs, D. J.; Cooper, M. B. (2001) *Gestão da Logística de suprimentos*. Bookman, Porto Alegre.
- Brindley, C. (2004) *Supply Chain Risk*. Ashgate Publishing Ltd., England, UK.
- Bunker, R. J., Mansell, S. R., Jung, K., & Shah, S. M. (2019). "An empirical investigation of the relationship between Six Sigma and organizational performance." *Journal of Business Research*, 99, 365-373.

Chadegani, A., Salehi, H., Yunus, M.M. (2013) A comparison between two main academic literature collections: Web of science and scopus databases. *Asian Social Science*, Vol. 9, No. 5.

Colicchia, C., Strozzi, F.(2012) Supply chain risk management: a new methodology for systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 17 No. 4, pp. 403-418.

COUNCIL OF LOGISTICS MANAGEMENT. Definição de logística. 2016. Disponível em: < www.clm1.org>.

De Koning, H., Does, R.J.M.M., Bisgaard, S. (2008) Lean six sigma in financial services. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage* Vol. 4 No. 1, pp. 1-17.

Filbeck, G., Kumar, S., Liu, J., Zhao, X. (2016) Supply chain finance and financial contagion from disruptions. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 46 No. 4, pp. 414-443.

Gangwa. (2019) Six Sigma in Supply Chain Management: A Literature Review, *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, Vol. 9 No. 2.

Gaudenzi, B., Christopher, M. (2016) Achieving supply chain leagility through a project management orientation. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol. 19 No. 1, pp. 3-18.

Garg, M., Verma, D., Joshi, R. & Nath, R. (2020). "Application of Six Sigma methodology: A review of literature and directions for future research." *International Journal of Quality & Reliability Management*, 37(7), 1299-1321.

Goh, T. N., Tan, K. H., & Xie, M. (2019) Critical success factors of Six Sigma implementation in logistics service provider: An exploratory case study. *International Journal of Production Economics*, 214, 141-153.

Heaney, B. (2015) Supply chain intelligence: Descriptive, prescriptive, and predictive optimization. Research Report, Aberdeen Group, Boston.

Kei Tse, Y., Matthews, R.L., Hua Tan, K., Sato, Y., Pongpanich, C. (2016) Unlocking supply chain disruption risk within the Thai beverage industry, *Industrial Management and Data Systems*, Vol. 116 No. 1, pp. 21-42.

Kumar, V., Verma, P., & Kumar, D. (2021). "Application of Six Sigma methodology in the improvement of the productivity of a forging process: a case study." *Production & Manufacturing Research*, 9(1), 110-127.

Kumar,M.,Antony,J.(2019) Comparing the quality management practices in UK SME. *Industrial Management and Data Systems*, Vol. 108 No. 9, pp. 1153-1166.

Lummus, R. R., Vokurka, R. J. (1999) Gerenciando a cadeia de demanda por meio da gestão do fluxo de informação: capturando momentos de informação”, *Gestão de Produção e Estoque Journal*, vol. 40 No. 1, pp. 16-20.

Maartensson, A., Snyder, K., Ingelsson, P. (2019) Interlinking lean and Sustainability:

how ready are leaders?. The TQM Journal, Vol. 31 No. 2, pp. 136-149.

Manuj, I.; Mentzer, J.T. (2008) Global supply chain risk management. Journal of Business Logistics, Vol. 29, No. 1, pp. 133-55.

Mentzer, J. T. (2014) Defining supply chain management. Journal of Business Logistics, v. 22, n. 2.

Nurul Karimah, W., Ahmad, W., De Brito, M.P., Tavasszy, L.A. (2016) Sustainable supply chain management in the oil and gas industry, Benchmarking: An International Journal, Vol. 23 No. 6, pp. 1423-1444.

Oprime, P.C., Pimenta, M.L., Jugend, D. And Andersson, R. (2019) Financial impacts of innovation in Six Sigma projects, Total Quality Management and Business Excellence, Vol. 25 July, pp. 1-13.

Pande, P.S., Neuman, R.P.; Cavanagh, R. R. (2001) Estr ategia seis sigma: como GE, a Motorola e outras grandes empresas est ao aguando seu desempenho. Qualitymark, Rio de Janeiro.

Raghu Kumar, B., Agarwal, A., Sharma, M.K. (2016) Lean management - a step towards sustainable green supply chain, Competitiveness Review, Vol. 26 No. 3, pp. 311-331.

Savitskaya, N., Danilova, L., Shavaleyeva, A., & Ivanova, L. (2021). "Integration of Six Sigma Methodology and Lean Production Principles in the Management of Industrial Enterprises." IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 1106, 012011.

Singh E Banwet. (2012) An exploratory study of Six Sigma in supply chain management, International Journal of Production Research, Vol. 50 No. 4.

Snee, R. D. (2010) Lean six sigma - getting better all the time, International Journal of Lean Six Sigma, Vol. 1 No. 1, pp. 9-29.

Tlapa, D., Limon, J., Garcia-Alcaraz, J.L., Baez, Y. And Sanchez, C. (2016) Six Sigma enablers in Mexican manufacturing companies: a proposed model, Industrial Management and Data Systems, Vol. 116 No. 5, pp. 926-959.

Trkman, P., Valadares De Oliveira, M.P., McCormack, K. (2016) Value-oriented supply chain risk management: you get what you expect, Industrial Management and Data Systems, Vol. 116 No. 5, pp. 1061-1083.

Tsironis, L.K., Psychogios, A.G. (2016) Road towards Lean Six Sigma in service industry: a multifactor integrated framework", Business Process Management Journal, Vol. 22 No. 4, pp. 812-834.

Vaidya E Khare. (2016) A review on Six Sigma implementation in supply chain management, International Journal of Production Research, Vol. 54 No. 1.

Zhang, Q., Wang, D., & Zhang, G. (2020) Study on the Application of Six Sigma in Supply Chain Management Based on the System Dynamics. Advances in Mechanical Engineering.