



08, 09, 10 e 11 de novembro de 2022
ISSN 2177-3866

EVOLUÇÃO DOS ESTUDOS EM LEAN SEIS SIGMA: Um Estudo Bibliométrico

CASSIOMAR RODRIGUES LOPES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)

JOSE ELENILSON CRUZ

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIENCIA E TECNOLOGIA DE BRASILIA (IFB)

PAULO HENRIQUE DOS SANTOS

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS (IFG)

EVOLUÇÃO DOS ESTUDOS EM LEAN SEIS SIGMA

Um Estudo Bibliométrico

1. Introdução

A competição empresarial tornou-se intensa nas últimas décadas, aumentando a necessidade de as empresas reduzirem os custos de produção, maximizarem os lucros e equilibrarem os preços de seus produtos. Este fato tem despertado o interesse de profissionais e pesquisadores no estudo e desenvolvimento de metodologias de melhoria contínua que ajudem as empresas a lidar com o ritmo dessa competição (DAVE et al., 2015). Diversas metodologias de melhoria contínua foram desenvolvidas e discutidas nas últimas décadas; o Lean Six Sigma (LSS) é uma que tem proporcionado diversos benefícios para empresas em busca da eficiência (SNEE, 2010; GIJO; ANTONY, 2002).

O LSS foi originado da fusão de duas metodologias bem conhecidas: Lean Manufacturing e Six Sigma (MISHRA, SHARMA, 2012). Lean Manufacturing e Six Sigma são metodologias de melhoria contínua populares na indústria de manufatura e de serviços (ALBLIWI et al., 2014). O Lean Manufacturing fornece ferramentas para as organizações reduzirem o desperdício de produção e eliminarem atividades que não agregam valor ao processo ou ao cliente, e o Seis Sigma fornece uma abordagem sistemática para reduzir a variação do processo e eliminar defeitos de fabricação e serviço (CIMA et al., 2011). O LSS é gerado pela combinação dos melhores princípios e ferramentas dessas duas metodologias.

O LSS é uma metodologia de melhoria de negócios que aumenta a eficiência e eficácia dos processos e, assim, gera melhores resultados para os stakeholders (ANTONY, 2014). A metodologia concentra-se na medição do desempenho do processo para eliminar o desperdício operacional, removendo as causas dos defeitos de produtos e serviços e criando valor para os clientes.

Os funcionários das organizações são treinados como especialistas em LSS (NIEMEIJER et al., 2010) e utilizam o ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) como método para resolver problemas (MASON et al., 2015). Os principais resultados são redução de custos, aumento da qualidade de produtos e serviços, bem como maior competitividade para as organizações (CELIS; GARCÍA, 2012; ASSARLIND; AABOEN, 2014; GIJO; ANTONY, 2014; HABIDIN et al., 2015).

A metodologia LSS pode ser aplicada em todas as áreas de negócios, como produção, design, vendas, marketing e serviços. Quando bem implementada resulta em economia de custos, redução do tempo de entrega, níveis de estoque e custo do produto, com maior satisfação do cliente (ATMACA; GIRENES, 2011). Devido a esses benefícios, a metodologia LSS se expandiu não apenas na indústria de manufatura de onde se originou, mas também nos setores de serviços e comércio (LEE et al., 2013).

O número limitado de estudos que enfoca o estado da arte e as tendências de pesquisa em LSS confirma que este é o momento ideal para analisar esse campo de pesquisa. É necessário quantificar a literatura para estudar sua atuação atual e identificar em que direção ela se desenvolve, e isso pode ser feito por meio de um estudo bibliométrico.

A bibliometria é uma disciplina científica que abrange o uso de ferramentas estatísticas e matemáticas para medir e analisar a literatura em um determinado campo de conhecimento (HUANG et al., 2016). Essa técnica está associada à quantificação de dados para investigar as propriedades e o comportamento da informação (HUSSAIN; FÁTIMA, 2010). A análise bibliométrica tem sido amplamente aplicada para identificar

artigos, pesquisadores, instituições, periódicos e países mais significativos, refletindo a evolução da literatura em um determinado período de tempo, assim como revelar quais são os estudos mais relevantes (HARANDRE, 2011). É uma ferramenta muito relevante para investigar o campo de pesquisa do LSS e revelar como ele se desenvolveu. A análise bibliométrica é aplicada para responder algumas questões que direcionam este estudo: Qual é a evolução da literatura em Lean Seis Sigma? Quais são suas lacunas científicas e tendências de pesquisa? Onde direcionar a pesquisa sobre Lean Seis Sigma?

O objetivo deste artigo é analisar a literatura de Lean Seis Sigma por meio de bibliometria, utilizando o Software R (pacote bibliometrix). Coadunando com esta ideia, os objetivos específicos são: identificar a evolução dos estudos, conhecer as lacunas científicas e tendências de pesquisa, e apresentar áreas de interesse para a pesquisa desta temática.

2 Lean Six Sigma

2.1 Lean Manufacturing

As organizações buscam incansavelmente melhorias em seus processos produtivos, seja para garantir qualidade, redução de custo de produtos ou serviços e para aprimorar as experiências do cliente com o bem desejado. Essa corrida por resultados representa o quanto as comunidades acadêmica e industrial estão preocupadas com o assunto. Em busca na base de dados *Web of Science* identificou-se 6.161 publicações nos últimos 20 anos, com concentração na área de gestão das operações.

Os estudos sobre lean manufacturing (Produção Enxuta) iniciaram-se no Japão, após a segunda Guerra Mundial, com as primeiras aplicações originadas na Toyota Motor Company. O Japão, destruído pela a Guerra, não contava com capital para realizar os investimentos necessários para aplicar as técnicas de produção em massa desenvolvido por Henry Ford e General Motors (ANTONY, 2002)

Da mesma forma, o Japão convivía com outros problemas e desafios a serem superados, como: mercado interno fragilizado com uma economia em recuperação, com demandas prioritárias de outros bens de consumo; mão-de-obra sindicalizada e bem estruturada, presença de inúmeros fabricantes de automóveis pelo mundo, e com interesse em explorar o mercado japonês, dentre outros (GYCI et al., 2005)

Junto a esses desafios despontou a necessidade de desenvolver um novo método/filosofia, surgindo, assim, o “TPS” Sistema Toyota de Produção ou Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*), desenvolvido por TAIICHI OHNO, gestor da Toyota. O foco deste novo modelo se direciona pela a melhoria contínua, qualidade e flexibilidade do processo (MISHRA, SHARMA, 2012). Eliminar desperdícios e elementos desnecessários para reduzir custos; a ideia básica é produzir apenas o que é necessário, quando é necessário e na quantidade necessária (OHNO, 1997).

A busca de uma técnica de produção que produza mercadorias sem defeitos no menor tempo possível com o menor número de unidades intermediárias utilizando o mínimo de equipamentos e mão de obra, entendendo como desperdício todo e qualquer elemento que não contribua para a qualidade, preço ou tempo exigidos pelo produto. cliente. Gestão, P&D, produção, distribuição e todos os departamentos da empresa trabalham juntos para eliminar todos os desperdícios (WOMACK,1998).

A produção enxuta é baseada em tecnologia de gestão que buscam a otimização de recursos capazes de aumentar a produtividade com menos recursos. A manufatura enxuta faz uma grande diferença quando comparada à produção artesanal e à produção em massa (SNEE, 2010).

Na produção artesanal, trabalhadores altamente qualificados usam ferramentas manuais para fabricar cada produto, um de cada vez, de acordo com as especificações do comprador. Na produção em massa, profissionais especializados projetam produtos fabricados por trabalhadores não qualificados ou semiquilificados que operam equipamentos especializados caros, produzindo produtos padronizados em massa. Nesse modelo de produção, o tempo de inatividade precisa ser evitado devido ao alto custo das máquinas. A administração então adiciona "reservas" na forma de estoques e trabalhadores adicionais para garantir que os insumos estejam disponíveis ou que o processo de produção não desacelere (SHARMA, 2003).

No entanto, a produção enxuta combina as vantagens da produção artesanal, evitando altos custos, com a produção em massa, evitando a rigidez. Para atingir esses objetivos de produção, equipes de trabalhadores com diversas habilidades são reunidas em todos os níveis da organização para trabalhar com máquinas, visando produzir uma vasta seleção de produtos. A produção é enxuta porque usa menos de tudo em comparação com a produção em massa - menos mão de obra na fábrica, menos espaço físico e menos investimento em equipamentos (PIRASTEH E FOX, 2011).

Um dos conceitos básicos da manufatura enxuta é a melhoria contínua (chamada kaizen), considerada a chave para o sucesso dos métodos de produção japoneses. O sistema de produção do Japão é projetado para incentivar mudanças e melhorias constantes como parte das operações do dia-a-dia. Para alcançar a melhoria, a gestão aproveita a experiência coletiva e os valores de resolução de problemas de todos os funcionários (GYCI et al., 2005).

O *Lean Manufacturing* surgiu como um sistema de manufatura que foca na otimização de processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios, como estoques excessivos entre estações de trabalho e longos tempos de espera. Os objetivos fundamentais são: otimização e a integração do sistema de manufatura, qualidade, flexibilidade do processo, produção de acordo com a demanda, compromisso com os clientes e fornecedores e redução do custo de produção (MISHRA, SHARMA, 2012).

2.2. Seis Sigma (*Six Sigma*)

A literatura tradicional sobre Seis Sigma geralmente remonta a sua aplicação na Motorola na década de 1980, mas tem uma visão diferente de seu verdadeiro mentor. Sharma (2003) observa que essa técnica foi desenvolvida por Mikel Harry em meados da década de 1980 para fornecer uma abordagem consistente focada na solução de problemas de negócios. Essa abordagem é baseada em dados para resolver problemas complexos de negócios, identificando causas raiz, soluções e controles estatísticos para resolução. Pirasteh e Fox (2011) identificaram os nomes do então presidente da Motorola Bob Galvin e do engenheiro Bill Smith como criadores.

O Seis Sigma é uma abordagem desenvolvida para reduzir a variabilidade do processo, melhorar a qualidade do produto e impactar na satisfação do cliente por meio de técnicas estatísticas já presentes nas pesquisas de Shewart, Juran e Deming (BAÑUELAS; ANTONY, 2002). O método está relacionado à capacidade de produzir produtos/unidades/peças livres de defeitos e visa melhorar a qualidade e produtividade (CARVALHO et al., 2007). Segundo Palanisamy e Divyaprya (2013), o Seis Sigma reduz defeitos por meio de análise de dados e estatísticas, identifica erros e busca eliminá-los. Ele é implementado para obter maior controle, reduzir custos, melhorar a satisfação do

cliente e agregar valor, pois todos os erros têm custos associados, como rotatividade de clientes, desperdício de material e retrabalho (GYCI et al., 2005).

A utilização do Seis Sigma ocorre com o apoio de um conjunto de ferramentas de identificação, análise e resolução de problemas, com uma base sólida na recolha e tratamento de dados, suportada por estatísticas (HONG; GOH, 2003). Portanto, o que diferencia um programa Seis Sigma é a aplicação estruturada dessas ferramentas e procedimentos e sua integração com as metas e objetivos de toda a organização. Desta forma, o envolvimento e empenho de todos os níveis e funções da organização é um fator chave para a concretização da organização (SNEE, 2010).

Os importantes benefícios da aplicação de um programa Seis Sigma são: buscar a melhoria contínua do processo, os requisitos para atingir a satisfação do cliente, a compreensão das principais entradas do processo necessárias para responder a mudanças nos requisitos e especificações definidos, a melhoria da qualidade, os benefícios no processo, o aumento da produtividade, a redução do tempo de ciclo, o melhor rendimento e confiabilidade do produto, a redução de defeitos, o custo, desperdício, a eliminação de atividades que não agregam valor ao processo e a maximização do lucro (ARNHEITER; MALEYEFF, 2005; BLAKESLEE Jr., 1999; HAN; LEE, 2002; SNEE, 2000; YOUNG, 2001).

2.3. Integração do Lean ao Six Sigma

Embora o sistema de manufatura enxuta exista há décadas, ele foi integrado ao Seis Sigma após o início dos anos 2000. Muitas organizações na Europa adotaram inicialmente práticas de gerenciamento Lean para lidar com os chamados resultados "low-hang" e, em seguida, usaram os princípios do Seis Sigma para avançar para questões mais complexas, especialmente quando as diferenças se tornaram um problema para suas operações e processos de negócios. Por outro lado, algumas organizações nos EUA inicialmente começaram a adotar o Seis Sigma e depois perceberem que precisavam estabelecer procedimentos operacionais padrão no local de trabalho, reduzir o cronograma geral para processos, de ponta a ponta, e finalizar processos do negócio, usando os princípios do pensamento enxuto.

A integração das metodologias Lean e Six Sigma fornece às organizações métodos, ferramentas e técnicas para alcançar uma melhoria superior (SNEE, 2010). Lean Six Sigma (LSS) é um método poderoso para alcançar a eficiência e eficácia do processo, resultando em maior satisfação do cliente e melhores resultados financeiros.

2.4. Estudos bibliométricos

O compartilhamento de informações ao longo do processo de pesquisa fornece a base para a produção cumulativa de conhecimento e o progresso científico (HAEUSSLER et al. 2014). Nesse sentido, o número de publicações científicas e o número de periódicos aumentaram consideravelmente nos últimos anos.

Acredita-se que dois fatores tenham contribuído para esse crescimento: primeiro, as novas tecnologias que possibilitam a pesquisa e proporcionam novas formas de pesquisa científica, favorecendo o surgimento de novas pesquisas; segundo, a especialização e a necessidade de construção, que leva à busca e divulgação de novos conhecimentos científicos e tecnológicos. O resultado é um aumento geral na literatura científica global encontrada em vários bancos de dados disponibilizados recentemente (BHUPATIRAJU et al. 2012).

Devido ao aumento do número de publicações, parte do foco também tem sido a questão de selecionar os trabalhos mais relevantes e eliminar os trabalhos menos relevantes para um determinado estudo.

A bibliometria pode ser conceituada como a aplicação de métodos estatísticos e matemáticos à análise de obras literárias e outras mídias. A bibliometria visa criar métricas que resumam as instituições e autores mais prolíficos, identificar os estudiosos mais citados em um determinado campo do conhecimento e propor os tópicos e métodos de pesquisa mais comuns (OKUBO, 1997).

3. Metodologia

Este estudo utilizou o protocolo proposto por Zupic e Cater (2015) para elaboração de trabalhos bibliométricos. Segundo esses autores, o primeiro passo para realizar tal trabalho é escolher o método bibliométrico que melhor se adequa à questão de pesquisa a ser investigada.

Os métodos se diferenciam a depender do objetivo do estudo. Para estudos focados na identificação dos melhores periódicos e na identificação de autores de referência, sugere-se uma abordagem bibliométrica focada na análise de citações. Para estudos em que a questão de pesquisa relaciona-se aos fatores que determinam a coautoria e o impacto da colaboração nos artigos, sugere-se uma abordagem bibliométrica de análise de coautoria. Para estudos que buscam identificar blocos de construção conceituais, é indicada a abordagem bibliométrica de análise de co-palavras (CUCCURULLO, 2017).

Com esses aspectos em mente, este artigo foi desenvolvido com base na análise de cocitação e métodos bibliométricos acoplados bibliograficamente. Essa abordagem foi escolhida porque este artigo tem como objetivo analisar a situação da pesquisa sobre a aplicação do Lean Seis Sigma nas organizações. No quadro 1, é apresentado os passos que foram seguidos para a obtenção dos resultados.

Quadro 1: Procedimentos Metodológicos

Passos	Descrição
<i>Passo 1</i>	
Definir o escopo do estudo	Apontar quais são os objetivos do estudo. Refletir se o escopo é amplo suficiente para a realização de um estudo bibliométrico, o qual enfoca-se em amostras grandes
<i>Passo 2</i>	
Elaborar o protocolo de pesquisa	Definir palavras-chave e estabelecer critérios de inclusão e exclusão de artigos, assim como escolha das bases de dados a serem usadas
<i>Passo 3</i>	
Escolher a técnica de análise bibliométrica a ser usada	(i) Análise de desempenho (performance analysis), (ii) cartografia científica (science mapping) ou (iii) análise de network (network analysis), entre outras
<i>Passo 4</i>	
Coletar dados	Levantar e organizar os dados coletados por meio de categorias como: título do artigo, autor(es), periódico, ano de publicação, entre outros. Nesta etapa, ainda exploratória, é possível ampliar ou reduzir o escopo do estudo regressando ao passo 2
<i>Passo 5</i>	
Analisar dados	Definir qual(is) software(s) irá utilizar para analisar os dados. Revisar se existe ou não duplicidade de artigos na base de dados
<i>Passo 6</i>	
Apresentar os resultados	Elaborar imagens, gráficos e tabelas para apresentar os resultados mais relevantes. Apresentar principais achados e direções para pesquisas futuras.

Fonte: Chueke e Amatucci (2022)

Os Passos 2 e 3 deste trabalho é a definição das palavras chaves; foi utilizada a seguinte: “Lean Six Sigma”. A base de dados utilizada foi a Web of Science, utilizando o acesso através do portal capes. A escolha desta base de dados ocorreu devido ela uma inter-relação com a Bibliometrix. O Bibliometrix é um pacote de programação vinculado a programas estatísticos R para pesquisas quantitativas em cienciométrica e bibliometria (DERVIŞ, 2019; ARIA; CUCCURULLO, 2017).

No passo 4, definiu-se o recorte temporal, de 1992 até 2021, sendo analisados os artigos científicos disponíveis na base de dados Web Of Science, cujos títulos ou palavras chaves contenham o termo “Lean Six Sigma”. Nesta análise considerou-se apenas artigos científicos.

Os resumos dos trabalhos foram lidos e selecionados. Após a primeira leitura, a obra resultante foi lida na íntegra e analisada pela Bibliometrix. Os materiais selecionados foram analisados pelo pacote de programação Bibliometrix. Esse tipo de pacote captura dados bibliográficos brutos e realiza cálculos de matriz bibliométrica e de similaridade entre itens (documentos, autores, jornais, palavras) (DERVIŞ, 2019; ARIA; CUCCURULLO, 2017).

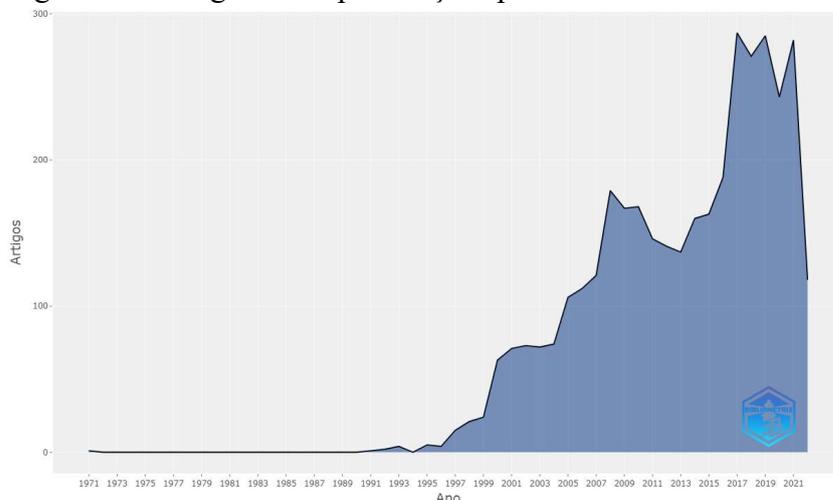
Após a análise do Bibliometrix, foi criado um mapa de domínio contendo as principais redes de cocitação e acoplamento bibliográficos que explicam a evolução dos estudos em Lean Six Sigma em termos de novas metodologias e áreas do conhecimento de aplicação. Tais redes apresentam uma escala multidimensional, em que as visualizações do domínio científico são dadas pela análise de unidades (nós) e suas conexões (WHITE; MCCAIN, 1998). Quanto mais próximos estão os nós e as conexões, mais próximos estão cientificamente os textos (ZUPIC; CATER, 2015).

4. Apresentação dos Resultados

Considerando os dados obtidos após análise realizada pelo Bibliometrix, identificou-se que foram publicados 3.779 documentos entre os anos de 1971 a 2022 na Web of Science.

Para responder a primeira questão de pesquisa, que é “identificar a evolução dos estudos”, pode-se observar na Figura 1 que as discussões sobre Lean Six Sigma (LSS) iniciaram em 1971. Porém, apenas a partir de 1996 as publicações começaram a ter maior relevância para o meio acadêmico. Destaca-se os picos de publicações sobre a temática nos anos de 2017, 2019 e 2021.

Figura 1: Histograma de publicações por ano.

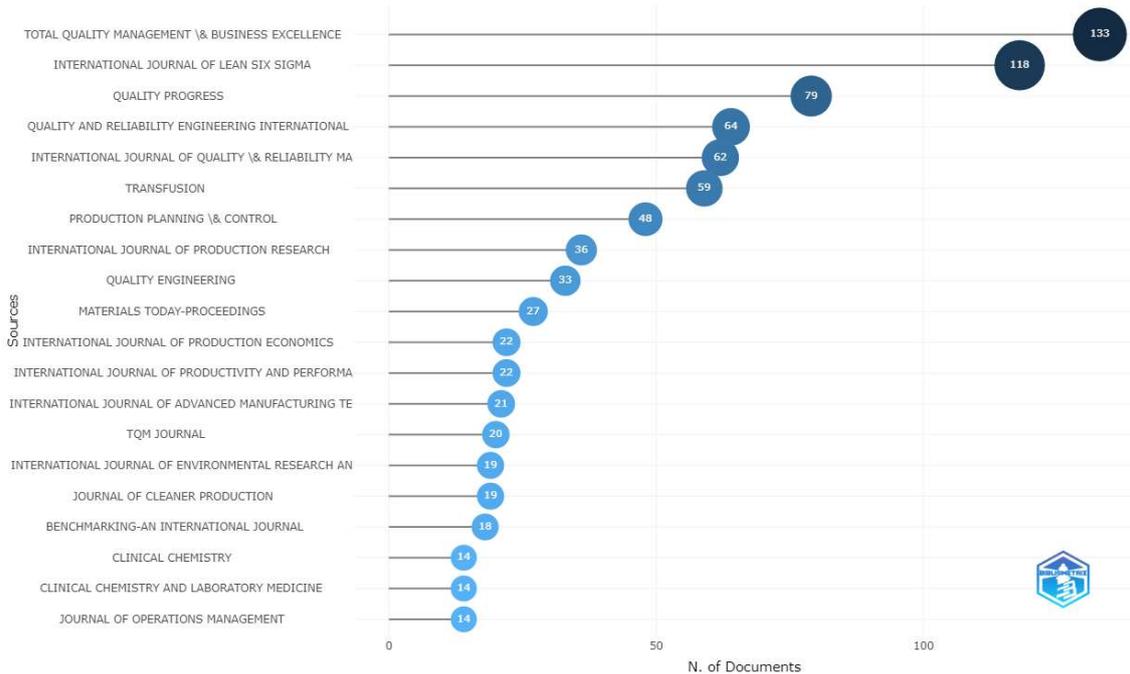


Fonte: dados da pesquisa (2022).

Com a abordagem de melhorias contínua de processos e produtos, com foco na qualidade, no desempenho e na eficiência das organizações, o interesse para discussão do tema LSS foi aumentando consideravelmente, conforme observado na Figura 1. Da mesma forma, grupos de pesquisas, revistas científicas (*journals*) específicas foram criados por todo o mundo.

Na Figura 2, são apresentados os 20 principais *journals*, em relevância de fator de impacto e *Qualis Capes*. Todos periódicos listados estão estratificados com Qualis A1. Destaca-se, também, que o aumento de publicações foi impulsionado pela a criação de *journals* focados em LSS, a partir do início do século XXI, como o Internacional Journal of Lean Six Sigma e o Total Quality Management & Bussiness Excellence, que possuem o maior número de publicações de maior relevância.

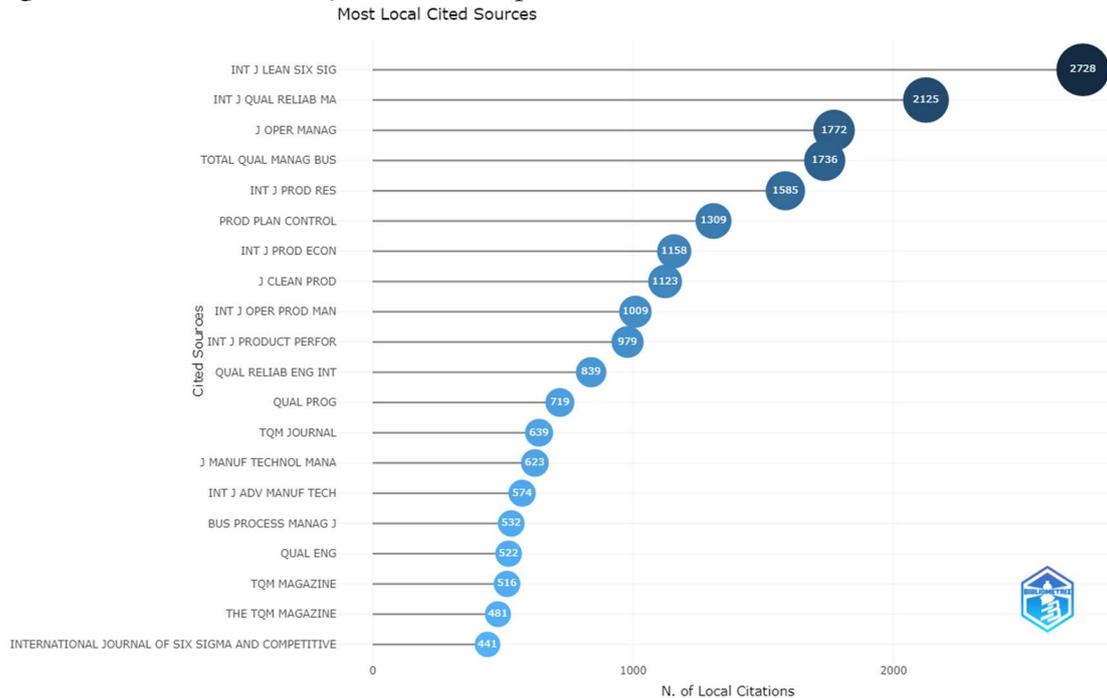
Figura 2: Quantidade de publicações em revistas relevantes.



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Na Figura 3, apresenta-se o número de citações por *jornal*. Embora o Total Quality Management & Bussiness Excellence apresente o maior número de documentos mais relevantes, o *jornal* mais citado no Brasil é o Internacional Journal of Six Sigma, com 2.728 citações, seguido pelo International Journal Quality and Realiability Engineering, com 2.215 citações.

Figura 3 - Número de citações no Brasil por Journal

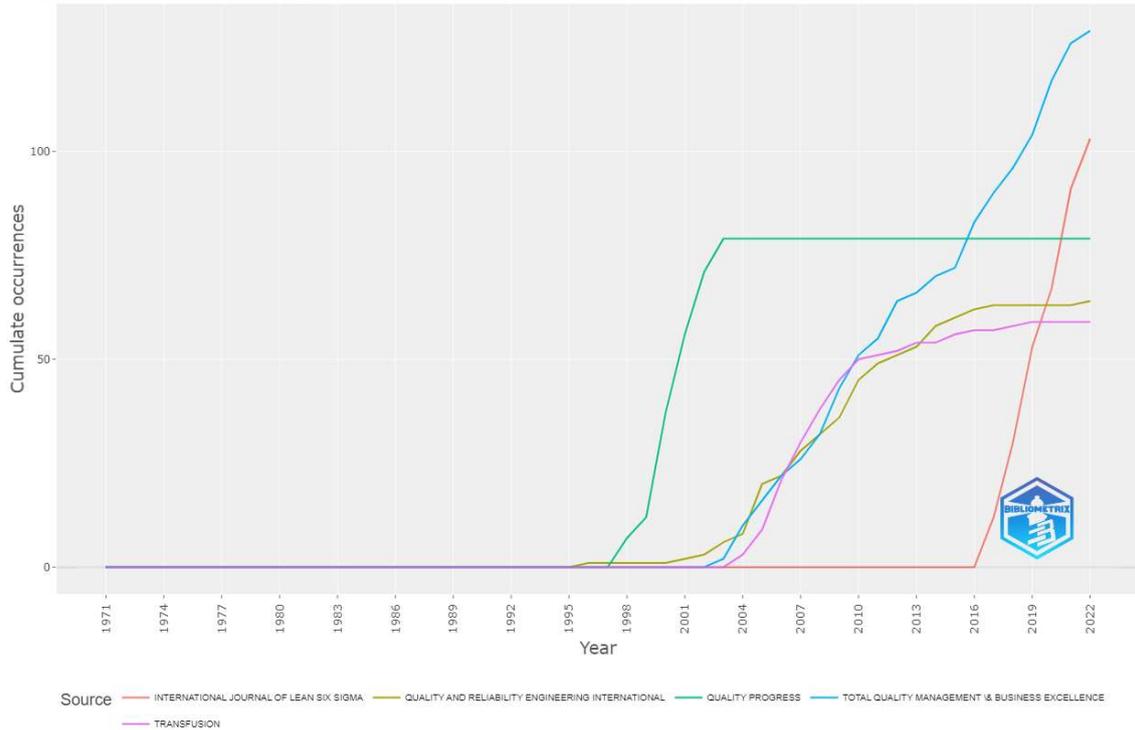


Fonte: dados da pesquisa (2022).

Na Figura 4, apresenta-se o crescimento das publicações dos principais *journals* no cenário mundial, concentrado a partir do século XXI. O *Journal* pioneiro a discutir o LSS o *International Journal Quality and Realiability Engineering*, que publicou a obra SNEE, R. D. *Impact of Six Sigma on Quality Engineering* em seu volume 12, número 3, p. 31-34, no ano 2000. Es trabalho é considerado por muitos pares um marco na argumentação sobre o LSS, e isso pode ser constatado no grande número dos artigos que citam esta obra nos dias atuais.

Criada em 2016, o *International Journal of Lean Six Sigma* é destaque em crescimento de publicações, tornando-se o segunda maior jornal em número de publicações. De modo contrário ao aumento das publicações sobre LSS, o *Journal Quality Progress*, desincorporou do seu escopo a discussão a partir de 2003, não publicando mais sobre o assunto.

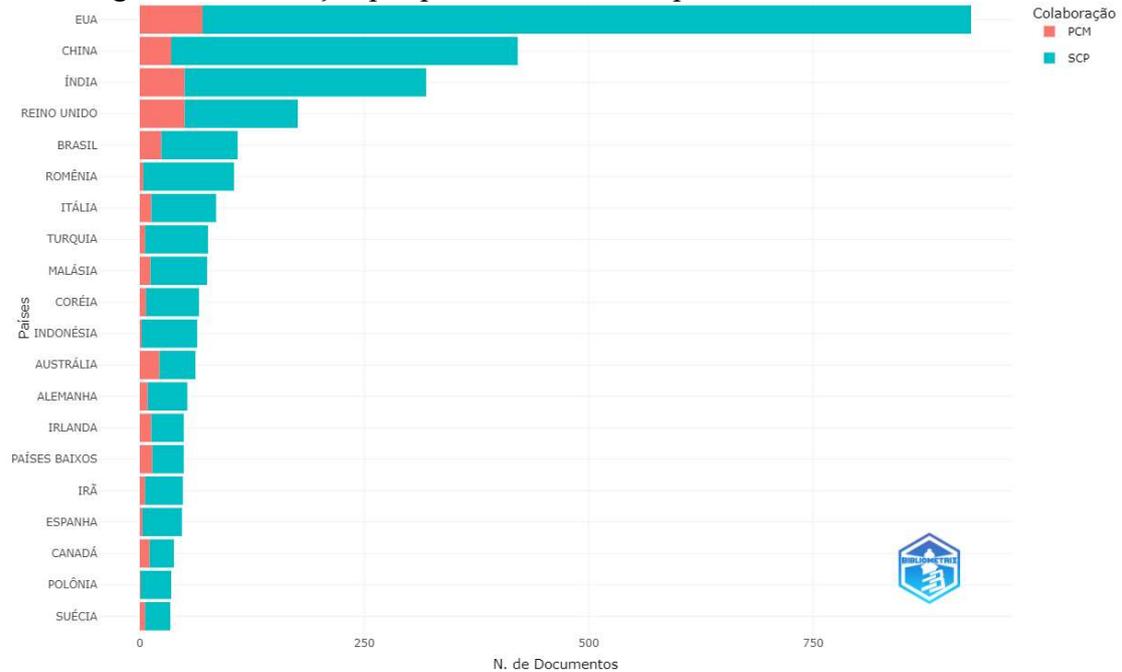
Figura 4: Crescimento por fonte (anual)



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Quando se trata do LSS, os países com forte presença industrial tem destaque no volume de publicação, com destaque para: EUA, China, Índia, Reino Unido e Brasil. A Figura 5 mostra o ranking de participação, com os primeiros autores representados pela barra vermelha e os coautores pela barra azul.

Figura 5 - Publicação por país do autor correspondente.

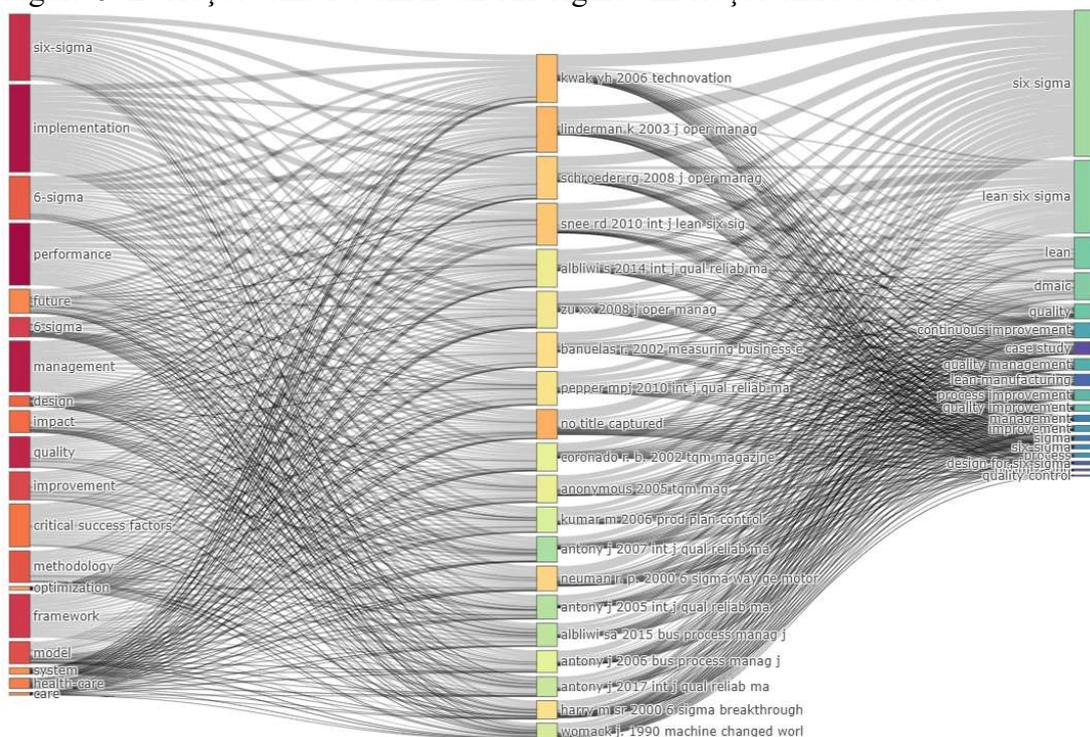


Fonte: dados da pesquisa (2022).

Na Figura 6, cada retângulo representa um tema de pesquisa, e a dimensão do retângulo depende do número de publicações correspondentes ao tema. A largura do link é determinada pelo índice comum dos dois tópicos conectados (XU; LEI; QIN, 2022). Na primeira coluna estão relacionadas as principais palavras chaves, na segunda os temas e os autores, e na terceira o direcionamento das novas pesquisas.

É notório que a discussão sobre Six Sigma esta ganhando espaço na academia nos últimos anos, e sempre conectada ao lean (produção enxuta). A ferramenta utilizada para essa busca de eficiencia também é muito citada “DMAIC”. O método DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) tem como objetivos: identificar e determinar o escopo do projeto, medir desvios ou encontrar dados não conformes, identificar situações esperadas, analisar informações obtidas, e incorporar melhorias e soluções. É também um processo que avalia os riscos associados e controla os resultados obtidos, e além de garantir que as melhorias sejam alcançadas (ANDRIETTA; MIGUEL, 2002).

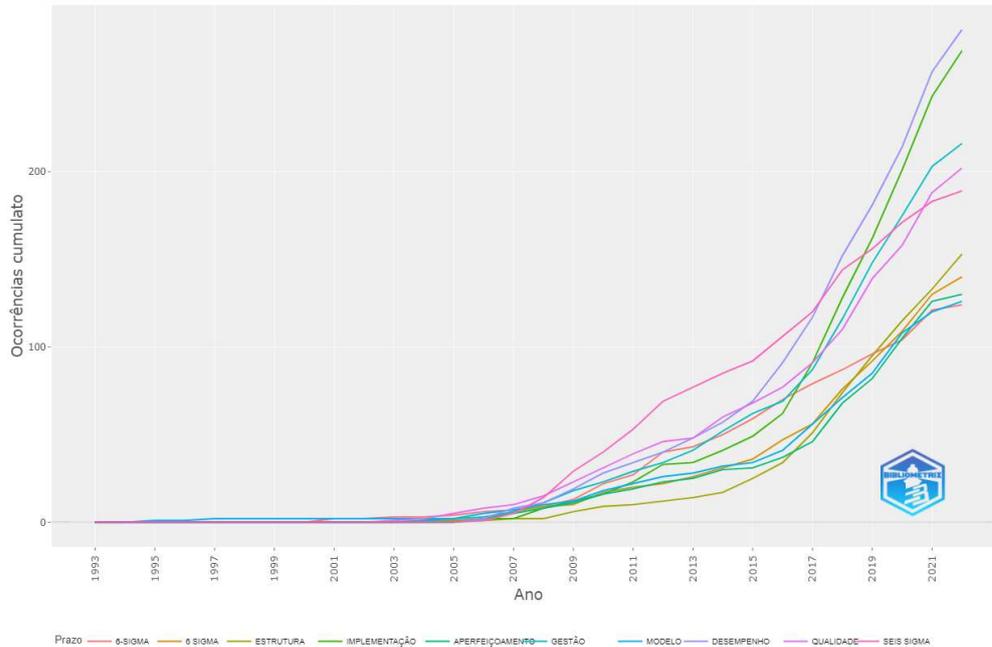
Figura 6: Evolução temática em Lean Six Sigma / Interação entre autores



Fonte: dados da pesquisa (2022).

As Figura 7 apresentam a evolução da quantidade de citações das palavras chaves ao longo dos anos, a partir de 1993. Os temas mais discutidos são: seis sigmas, prazo, estrutura, implementação, aperfeiçoamento, melhoria, gestão, desempenho e qualidade. Os temas implementação e desempenho têm uma discussão maior na academia em trabalhos aplicados (estudos de casos) realizados em vários setores econômicos, nos anos de 2020 e 2021, como na área da saúde, para melhoria de desempenho de hospitais e superação da pandemia de COVID-19.

Figura 7: Crescimento das palavras-chaves



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Para realizar a nuvem de palavras, apresentada na Figura 8, foi utilizado o software R com o pacote bibliometrix desenvolvido por Aria e Cuccurullo (2017). O objetivo é extrair informações importantes a partir de palavras expressas nas publicações e da visão bibliométrica das bases de dados utilizadas nesta rede de conexão de revisão.

As palavras destaques são: implementação, performance, negócios, gerenciamento, six sigma, qualidade, metodologia, saúde, dentre outras. O que demonstra que a realização de pesquisas com essa temática acontece principalmente em estudos de caso, avaliando a efetividade da metodologia, sempre em busca dos princípios, que são qualidade e eficiência no processo.

Figura 8: Nuvem de palavras mais discutidas



Fonte: dados da pesquisa (2022)

Segundo Nasir et al. (2021), o mapa temático divide os tópicos com base em dois fatores: centralidade e densidade. A centralidade representa uma grande quantidade de trabalho sobre um determinado tópico, enquanto a densidade significa a importância de

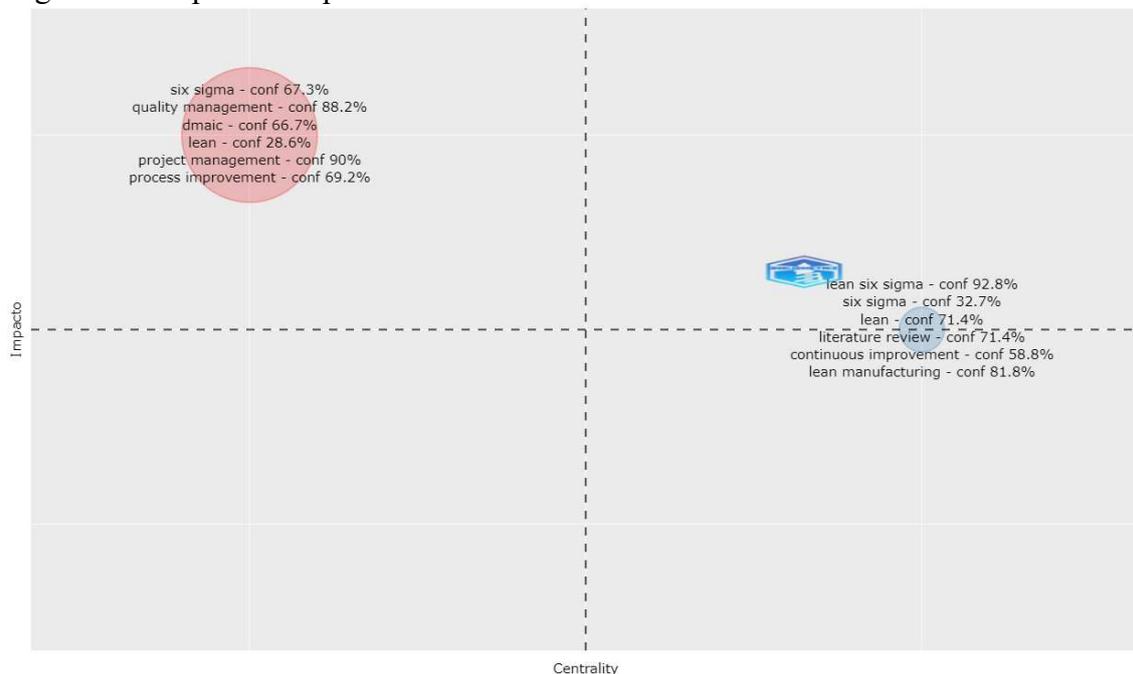
um determinado tópicos. Cada quadrante representa uma categoria diferente (MACASKILL; GOBBELAAR, 2021).

Os mapas temáticos identificam tópicos com base na ocorrência de palavras no título. Os tópicos são então plotados como círculos coloridos individuais em um gráfico 2D, onde os eixos X e Y representam a centralidade e a densidade de cada tópico, respectivamente. Se houver mais ocorrências com palavras pertencentes a outros tópicos, o tópico parece mais importante para o tópico de pesquisa. Os temas tornaram-se mais densos dentro do tema de estudo quando ocorreram ocorrências mais fortes dentro do tema. Portanto, quanto mais denso é um tema, mais desenvolvido ele é (FERNANDEZ-RODRIGUEZ; ALVAREZ, 2021).

Para entender as características do desenvolvimento do tema, é necessário realizar uma análise da evolução do tema (XU; LEI & QIN, 2022). A análise fornece resultados claros para desenvolvimentos de pesquisa dentro do tópico de pesquisa central "Lean Six Sigma", mostrando que tópicos como melhoria contínua e manufatura enxuta foram desenvolvidos nos últimos anos para orientar novas pesquisas nessa área.

No entanto, essas conclusões requerem mais estudos bibliométricos, que serão mais bem compreendidos por meio de mapas temáticos, como mostra a Figura 10. Para a construção do mapa temático, utilizou-se a configuração de alguns filtros, a partir da opção "Campos", inserir o filtro palavra-chave autor, em seguida, nos parâmetros, na opção "Contagem de palavras", na opção "Frequência mínima de cluster (por mil cópias)" opção com um valor de 250 selecionada, inseriu-se o valor de 5, na opção "Número de rótulos", o valor foi de 10 e por fim, na opção de "Tamanho da etiqueta", o valor de 0,3.

Figura 10: Mapa de acopamento dos temas



Fonte: dados da pesquisa (2022).

Os temas classificados no quadrante superior esquerdo (baixa centralidade e alta densidade) são: seis sigma, gerenciamento de qualidade, DMAIC, Lean, gerenciamento de projetos e melhoria de processos. Esses temas têm ligações internas bem desenvolvidas, mas ligações externas sem importância e, portanto, são apenas marginalmente importantes para o campo pesquisado (MUMU; TAHMID; AZAD,

2021). Esses assuntos são muito profissionais e periféricos por natureza. Embora separar metade de seus círculos dos demais quadrantes mostra que há outros temas em seus quadrantes de divisão com maior evidência. A Figura 7, evolução do tema, precisa ser observada para uma melhor análise dos temas.

Os temas no quadrante inferior direito (alta centralidade e baixa densidade) são: Lean Six Sigma, Six Sigma, Melhoria Contínua, Lean e Lean Manufacturing. São temas importantes para o campo de pesquisa, mas não desenvolvidos, principalmente em algumas áreas de pesquisa, como o agronegócio. Portanto, este quadrante agrupa temas básicos horizontais e gerais. Há muito trabalho sobre esses tópicos, mas é difícil encontrar uma direção futura para eles porque a maioria deles é coberta pelos trabalhos analisados. Os tópicos abordados nesses clusters estão relacionados a tópicos emergentes, e muitas seções são transversais (NASIR et al., 2020). Este quadrante pode sugerir tópicos que precisam ser desenvolvidos, indicando possíveis lacunas de pesquisa.

5. Conclusão

Este estudo analisou a literatura de Lean Seis Sigma por meio de uma análise bibliométrica, utilizando o Software R (pacote bibliometrix). Buscou também identificar a evolução dos estudos, conhecer as lacunas científicas e tendências de pesquisa, e apresentar áreas de interesse para pesquisas futuras no tema. Os artigos foram buscados na base de dados Web of Science, tendo essa base apresentar o maior número de publicações publicados e permitir uma comunicação com a pacote bibliometrix utilizado.

Identificou-se que de forma geral as discussões sobre Lean Six Sigma ainda estão em expansão em todo mundo. Foram encontrados 3.779 artigos desde 1995, com fase aguda de publicações na última década. Os estudos realizados utilizaram, principalmente, a abordagem de estudo de caso, avaliando a implementação e o desempenho do Lean Seis Sigma nas organizações. A partir de 2020, cresceu o número de estudos que abordam a aplicação do Lean Seis Sigma na área da saúde, possivelmente devido a pandemia de Covid-19.

A análise realizada permitiu identificar os temas condutores na área Lean Seis Sigma: Lean, Six Sigma, Implementação, Performance, Gestão da Qualidade, Melhoria de Processos. Esses temas estão sendo desenvolvidos de forma transversal porque são centrais e densos. Para alguns, no entanto, o grande volume de pesquisa pode indicar que o tópico não precisa de mais desenvolvimento.

Este estudo visa a orientação do pesquisador em campo, orientando e direcionando a pesquisa descobrindo movimentos e temas emergentes/transversais de acordo com os objetivos intrínsecos da pesquisa. Essas contribuições orientam o pesquisador de forma a possibilitar a compreensão dos tópicos que devem ser explorados e aqueles que foram consolidados, permitindo que a pesquisa acompanhe o curso de suas contribuições teóricas.

Ressalta-se, que não foram encontrados estudos que relacionam Lean Seis Sigma e agronegócio, o que mostra a carência de pesquisas aplicadas neste setor econômico. Diante disso, considera-se o agronegócio, especialmente as agroindústrias, campos profícuos para o desenvolvimento de novos estudos no tema Lean Seis Sigma.

Este trabalho apresenta algumas limitações, pois foi considerado uma única base de dados “Web Of Science”, e esta pesquisa não avançou para análises de citações.

Referências

- ANDRIETTA, 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.91-98, 2002.
- ANTONY, J. Design for six sigma: a breakthrough business improvement strategy for achieving competitive advantage, **Work Study**, v. 51, n.1, p.6-8, 2002.
- ARIA, M.; & CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis, **Journal of Informetrics**, 959-975, 2017,.
- ARNHEITER, E. D.; MALEYEFF, J. The integration of lean management and Six Sigma. **The TQM Magazine**, v. 17, n. 1, p. 5-18, 2005.
- BAÑUELAS, R.; ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations, **The TQM Magazine**, v. 6, n.4, p.250- 263, 2004.
- Bhupatiraju, S., et al.. Fluxos de conhecimento: analisando a literatura central de estudos de inovação, empreendedorismo e ciência e tecnologia. **Política de Pesquisa**, 41, 1205-1218. 2012.
- BLAKESLEE Jr., J. A. Implementing the six sigma solution. **Quality Progress**, v. 32, n. 1, p. 77-85, 1999.
- CARVALHO, M.M.; HO, L.L.; BOARIN PINTO, S.H. Implementação e difusão do programa Seis Sigma no Brasil, **Produção**, v. 17, n. 3, p. 486-501, 2007.
- Derviş, H.. Bibliometric Analysis using Bibliometrix an R Package. **Journal of Scientometric Research**, 156-160, 2019.
- FERNANDEZ-RODRIGUEZ, Miguel Angel; ALVAREZ, Laura. Microgels and Nanogels at Interfaces and Emulsions: Identifying Opportunities From a Bibliometric Analysis. **Frontiers in Physics**, p. 611, 2021.
- GYCY, C.; DECARLO, N.; WILLIAMS, B.; COVEY, S.R. Six Sigma for Dummies. Hoboken, NJ: **Wiley Publishing**, 2005.
- Haeussler, C., Jiang, L., Thursby, J., & Thursby, M.. Compartilhamento de informações específicas e gerais entre pesquisadores acadêmicos concorrentes. **Política de Pesquisa**, 43(3), 465–475, 2014
- HAN, C.; LEE, Y. H. Intelligent integrated plant operation system for six sigma. **Annual Reviews Control**, v. 26, p. 27-43, 2002.
- HONG, G. Y.; GOH, T. N. Six Sigma in software quality. **The TQM Magazine**, v. 15, n. 6, p. 364-373, 2003.
- MACASKILL, Justin A.; GROBBELAAR, Sara S. A scoping review investigating the presence and evolution of literature focusing on regional innovation clusters and systems. In: **2021 IEEE International Conference on Technology and Entrepreneurship (ICTE)**. IEEE, 2021.
- Mishra, P. e Sharma, RK, “Uma estrutura híbrida baseada em SIPOC e Six Sigma DMAIC para melhorar as dimensões do processo na rede da cadeia de suprimentos”, **International Journal of Quality and Reliability Management**, Vol. 31 No. 5, pp. 522-546, 2014.
- Nasir, A., Shaukat, K., Hameed, I. A., Luo, S., Alam, T. M., & Iqbal, F. (2020). A bibliometric analysis of corona pandemic in social sciences: A review of influential aspects and conceptual structure. *Ieee Access*, 8, 133377-133402.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

- Okubo, Y. "Bibliometric Indicators and Analysis of Research Systems: Methods and Examples", **OECD Science, Technology and Industry Working Papers**, 1997/01, OECD Publishing. Systems, 1997.
- PALANISAMY, V.; DIVYAPRIYA, P. Six Sigma Approach for Effective Process Chain in A Manufacturing Industry, **Middle-East Journal of Scientific Research**, v.17, n.12, p.1891-1895, 2013.
- Pirasteh, R. M., & Fox, R. E.. Profitability with no boundaries. **Quality press**. 2011
- Sharma, U.. Implementing Lean principles with the Six Sigma advantage: how a battery company realized significant improvements. *Journal of organizational Excellence*, Summer, 2003.
- Shingo, S.. **O Sistema Toyota de Produção: Do ponto de vista da engenharia de produção**. Bookman. 1996.
- SNEE, R. D. **Impact of Six Sigma on Quality Engineering**. *Quality Engineering*, v. 12, n. 3, p. 31-34, 2000.
- White, H. D., & McCain, K. W.. Visualizing a discipline: An author co-citation analysis of information science, 1972-1995. **Journal of the American Society for Information Science**, 327-355., 1998.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T., 1998, **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**, 4 ed. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda. 1998.
- XU, Zeshui; LEI, Tiantian; QIN, Yong. An overview of probabilistic preference decision-making based on bibliometric analysis. **Applied Intelligence**, p. 1-19, 2022.
- YOUNG, A. Six Sigma: creating an advantage competitive. *The Virtual Strategist*, p. 38-41, 2001.
- Zupic, I., & Cater, T.. Bibliometric Methods in Management and Organization. **Organizational Research Methods**, 429-472, 2015.