

PRODUÇÃO ACADÊMICA SOBRE A METODOLOGIA SEIS SIGMA: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO DE 2008 A 2018.

Maria Eduarda de Jesus Santos (Instituto Federal de Minas Gerais)

dudaceci0507@gmail.com

Paulo Victor Santana (Instituto Federal de Minas Gerais)

pv.san@hotmail.com

Renata Veloso Santos Policarpo (Intituto Federal de Minas Gerais)

renataveloso@ifmg.edu.br



A utilização do Seis Sigma e do conjunto de ferramentas estatísticas associadas ao seu arcabouço têm apresentado contribuições sob vários aspectos que merecem avaliação detalhada. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho é apresentar os reesultados de um

Palavras-chave: Seis Sigma, Análise Bibliométrica, DMAIC, Fatores Críticos de Sucesso

1.Introdução

A metodologia Seis Sigma foi desenvolvida pelo Engenheiro Bill Smith na Motorola no ano de 1987 (ARNHEITER E MALEYEFF, 2005) como um método para reduzir as variações excessivas ocorridas nos processos, e em virtude disso, melhorar a qualidade dos produtos. Estima-se que houve na Motorola uma redução significativa de aproximadamente 94% de defeitos em dispositivos semicondutores entre os anos de 1987 e 1993 (ANTONY, 2012).

Ainda para este último autor, essa metodologia tem se mostrado como uma poderosa estratégia comercial, melhorando o desempenho de empresas de classe mundial em qualidade, reduzindo custos e criando valor para o cliente e a organização. Segundo Antony (2008, p. 420) o Seis Sigma é “uma abordagem bem estabelecida que busca identificar e eliminar defeitos, erros ou falhas nos processos ou sistemas de negócios, concentrando-se nas características de desempenho do processo que são de importância crítica para os clientes”.

A utilização de ferramentas estatísticas que estabelece a base do Seis Sigma, como o DMAIC, ajuda a identificar, quantificar, eliminar a causa raiz das rejeições e obter o melhor desempenho da linha de produção com planos de controle bem executados (DESAI E SHRIVASTAVA, 2008) e em consequência disso, melhorar a eficiência e eficácia organizacional.

O uso do Seis Sigma impulsiona a satisfação do cliente e os resultados finais, funcionando como uma importante estratégia de melhoria de negócios que permite a empresa permanecer competitiva mantendo a entrega de qualidade e o desempenho de custos (ANTONY, 2008).

Nesse sentido, o presente trabalho apresenta por meio de um estudo bibliométrico a evolução do Seis Sigma, os fatores críticos de sucesso, o ciclo DMAIC e as principais metodologias utilizadas na implantação. Para isso, foram analisados 336 artigos selecionados na base de periódicos Capes, nas áreas de Administração, Engenharias III e Engenharias IV, entre os anos de 2008 e 2018, disponíveis para acesso livre, permitindo dessa forma uma análise profunda e detalhada, possibilitando conhecer as principais discussões a respeito do tema.

2.Referencial Teórico

2.1. Fatores Críticos de Sucesso

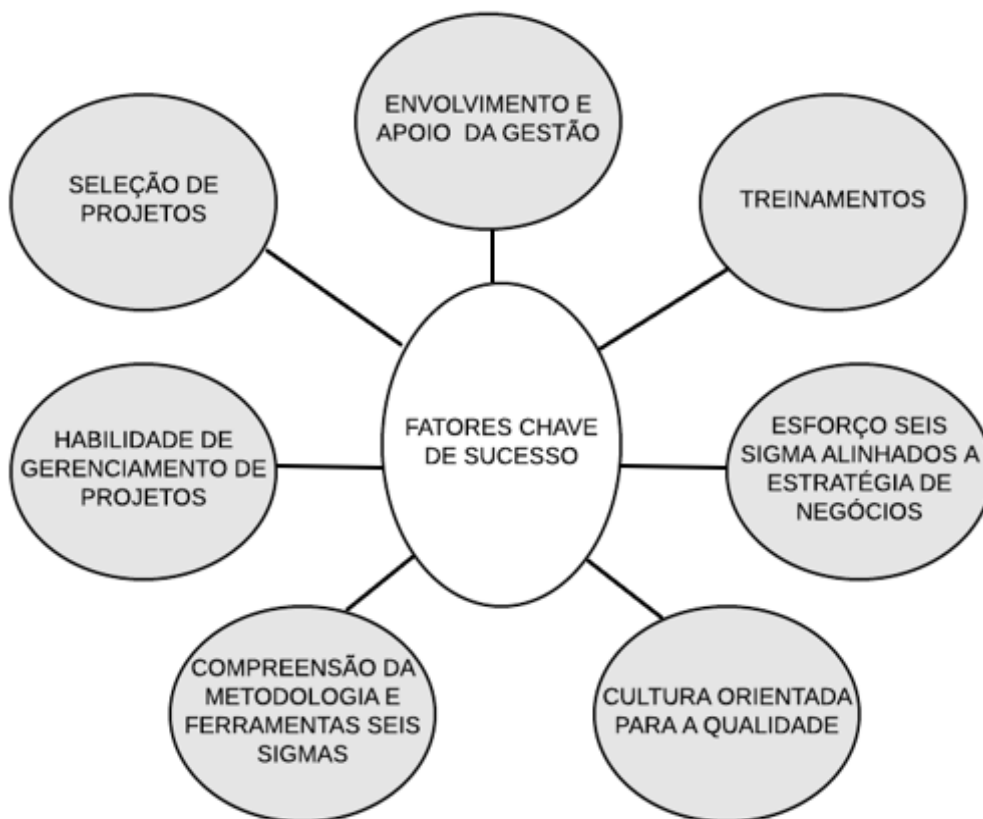
Os fatores críticos de sucesso (FCS) são essenciais para a implementação bem-sucedida de qualquer iniciativa de melhoria de qualidade. Para Griffin (1995) os FCS podem ser definidos

como o número de áreas em que é necessário obter bons resultados, para que o desempenho geral seja satisfatório.

A literatura mostra, por meio de estudos desenvolvidos (JENSTER, 1987, apud GRIFFIN, 1995; ANTONY, 2008) que as empresas que empregavam a metodologia considerando os FCS receberam maiores retornos sobre seus patrimônios em contraste daquelas que não utilizaram. No entanto, não se pode confundir os FCS como objetivos principais da empresa, mas sim, como processos e ações que podem ser controladas pela administração a partir das metas estabelecidas pela organização. Sendo considerado por Boynton e Zmud (1984) como os fatores que levam a organização a obter êxito.

Nesse sentido, a partir desses achados, foram selecionados 7 fatores críticos nas implantações e monitoramento de programas Seis Sigma (CORONADO E ANTONY, 2002) incluindo: mudança na cultura corporativa, treinamento, habilidade de gerenciamento de projetos, seleção de projetos, participação da alta gerência, estrutura organizacional, compreensão da metodologia por meio da utilização de ferramentas e esforços Seis Sigmas alinhados à estratégia de negócios, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1- Fatores críticos de sucesso



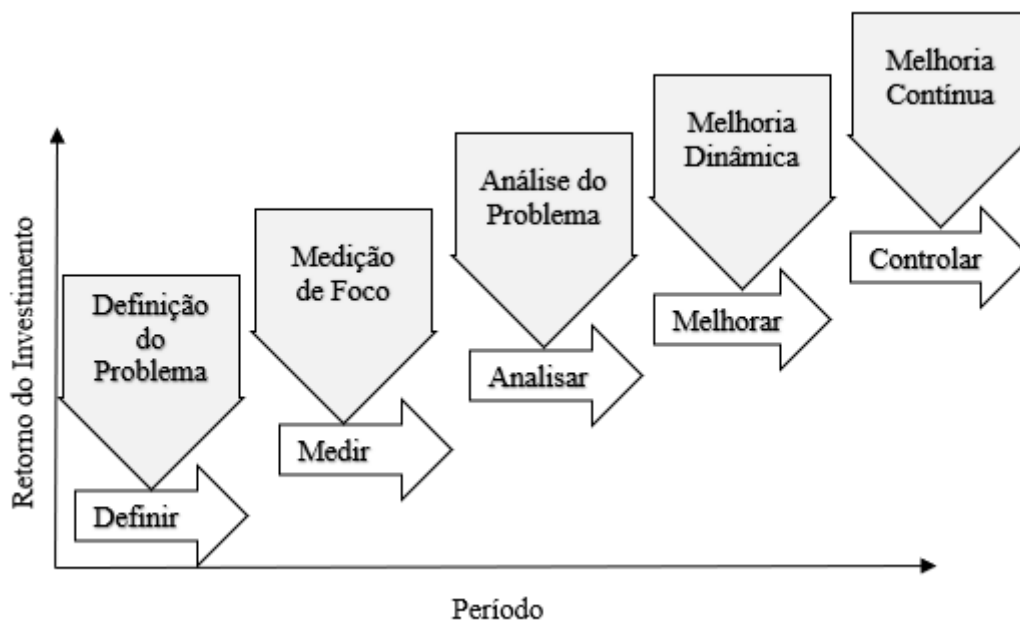
Fonte: Elaborado pelos autores

Os fatores de Sucesso Seis Sigmas devem considerar tanto o ambiente interno quanto externo de uma organização, sendo um fator que requer grande gerenciamento e ênfase, sendo essencial para a expansão do Seis Sigma, já que na maioria dos casos eles determinam o sucesso ou não da implementação.

2.2 Ciclo DMAIC

O Seis Sigma é empregado de forma sistemática, orientada para projetos por meio de cinco etapas: definir, medir, analisar, melhorar e controlar (CHASE *et al.*, 2006). Como pode-se observar na Figura 2.

Figura 2 - Fases da Metodologia DMAIC



Fonte: CHENG, J. L., 2008, p. 184

Esse conjunto de fases, permite a empresa aplicar o Seis Sigmas de forma disciplinada e metódica (ANDRIETTA E MIGUEL, 2007) ajudando a organização na resolução de problemas e melhoria nos processos. As fases podem ser definidas como:

- Definir: Objetiva a definição do papel de equipe, como as necessidades e expectativas do cliente, escopo e limite do projeto e os objetivos dos projetos selecionados (GIJO *et al.* 2011).
- Medir: Envolve a determinação do status da implantação do Seis Sigmas e todas as potenciais fontes de variáveis no processo. Ou seja, nessa etapa deve-se selecionar os fatores de medição a serem melhorados (OMACHONU E ROSS, 2004)
- Analisar: Fase em que concentra-se esforços na determinação das causas raízes ou defeitos, compreendendo suas ocorrências, comparando e priorizando as oportunidades para a eliminação (OMACHONU E ROSS, 2004; ADAMS *et al.*, 2003).
- Melhorar: Nessa fase são utilizadas técnicas estatísticas e experimentais com intuito de reduzir a quantidade de problemas e/ou defeitos, além de gerar possíveis melhorias (OMACHONU E ROSS, 2004).
- Controlar: Assegurar que as melhorias sejam sustentadas e o desempenho contínuo seja melhorado. É importante que nesse processo, sejam documentadas e institucionalizadas as melhorias de processo (OMACHONU E ROSS, 2004; STAMATIS, 2004).

3. Metodologia

A metodologia utilizada nesse estudo possui abordagem quantitativa com o uso de revisão bibliométrica. Potter (1981) define o termo bibliometria como uma forma de estudar e medir os padrões de publicações da comunicação escrita e de seus autores, já para Ikpaahindi (1985) é um termo genérico que descreve as técnicas a serem utilizadas com intuito de quantificar o processo da comunicação escrita, tais técnicas são utilizadas como por exemplo, na identificação de autores e periódicos mais produtivos. Segundo Pritchard (1969, p. 348) seu uso é uma “aplicação de modelos matemáticos e estatísticos aos livros e a outros meios de comunicação escrita”.

Para o presente estudo, foram analisados trezentas e trinta e seis estudos sobre o Seis Sigma, publicados entre 2008 e maio de 2018, em periódicos Nacionais e Internacionais com classificação Qualis A1 e A2 no portal de periódicos Capes, nas áreas de Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo, Engenharias III e Engenharias IV, da plataforma Sucupira, como representado na Tabela 1.

Tabela 1 - Quantidade de Artigos por área

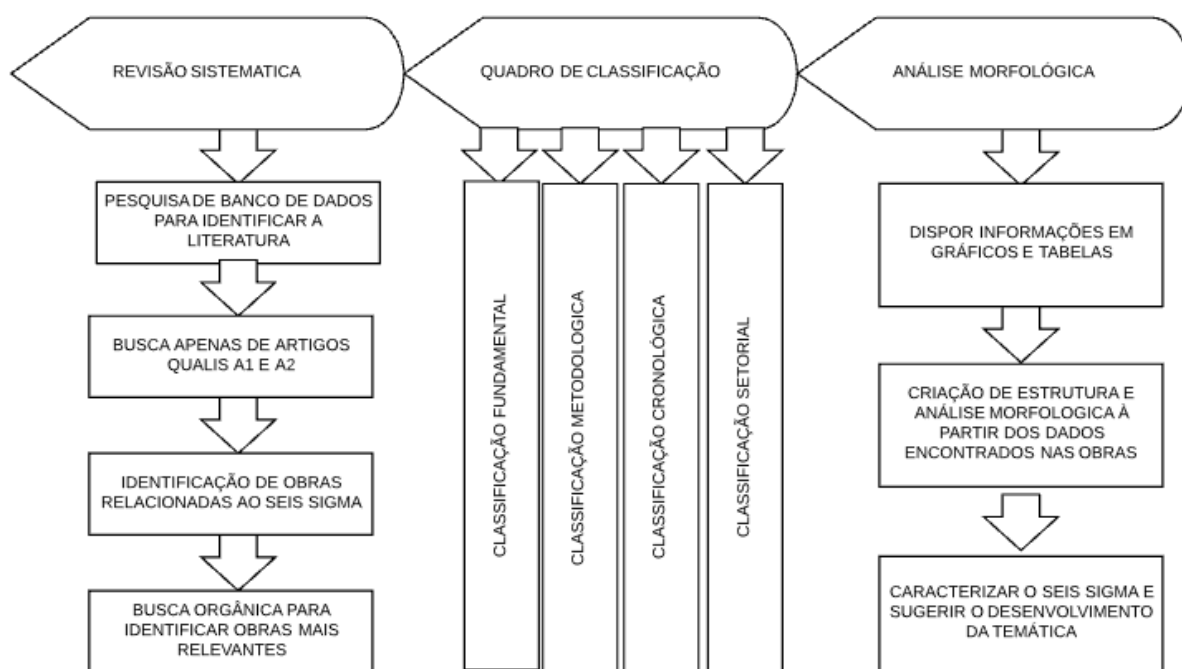
Áreas	Qualis	Quantidade	Total
Administração	A1	156	248
	A2	92	
Engenharias III	A1	27	52
	A2	25	
Engenharias IV	A1	11	36
	A2	25	

Fonte: Elaborado pelos autores

Este levantamento serviu como base para a próxima etapa que consistiu em fazer uma análise precisa para gerar informações acerca dos estudos e para tal, os dados foram dispostos em tabelas e gráficos. O objetivo da análise foi identificar e caracterizar os principais autores, objetivos, resultados, suas aplicações e distribuição das publicações em diferentes países. Na Figura 3 é possível observar os processos adotados.

Após essa estruturação, foram feitos estudos com os dados obtidos, onde constatou-se que há certa variação em relação as metodologias utilizadas, objetivos e resultados nos artigos encontrados nas áreas de Engenharias III e IV e Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo, fato que dificultou o agrupamento de todas as áreas, portanto, os resultados foram apresentados separadamente em dois grupos. Sendo criada categorias para a área de Administração e, em conjunto, as áreas de Engenharias III e Engenharias IV.

Figura 3: Processos do estudo



Fonte: Elaborado pelos autores

Os processos adotados partiram de uma revisão sistemática, onde foram escolhidos os bancos de dados a serem pesquisados e as qualificações das quais seriam extraídos os artigos acerca da metodologia. Após essa fase foi utilizado o software da Microsoft por meio do editor de planilhas Excel como forma de classificar os 336 artigos e estudar as principais tendências e similaridades a respeito do tema. A Figura 3 aborda os principais critérios e as quatro orientações adotadas no método de pesquisa através das quais foram feitas as classificações. Primeiramente foi elaborado uma classificação fundamental sobre os detalhes básicos de artigos revisados como: título, revista, autores principais, ano, país e o setor de serviço. O nível metodológico foi embasado a respeito dos detalhes de métodos de pesquisas abordadas nos artigos levantados. A classificação cronológica foi importante para o entendimento da evolução acerca da metodologia Seis Sigmas. Por fim, foi realizada classificações em níveis setoriais para compreender as contribuições em diferentes setores de serviço. Foi de extrema importância a estrutura das classificações adotadas, contribuindo na compreensão do tema e na apresentação do estudo realizado.

4. Resultados

4.1 Perfil das Publicações

Para análise dos periódicos foram feitas pesquisas no portal Capes, na plataforma Sucupira, onde foram pesquisados estudos que tinham relação com a metodologia Seis Sigma. No entanto, houve a exclusão de algumas obras devido à ausência de relacionamento com os critérios da pesquisa adotado. Na Tabela 2, estão representados estes critérios.

Tabela 2 - Critérios de inclusão/exclusão aplicados nos estudos

Inclusão	Exclusão
Artigos publicados entre 2008 e 2018	Artigos publicados antes de 2008
Artigos publicados em revistas especializadas	Revistas não relevantes
Artigos relacionados a outros setores, tais como: Fatores Críticos de sucesso, desafios, Lean Seis Sigma, etc.	Livros e literatura cinzenta (conferências, relatórios, etc.

Fonte: Elaborado pelos Autores

Na Tabela 3, observa-se a quantidade de publicações por revista na área das engenharias.

Tabela 3 - Quantidade de Periódicos por Revista das engenharias

Revista	Quantidade total
International Journal of Production Research	15
International Journal of Production Economics	10
Computers & Industrial Engineering	8
Expert Systems with Applications	8
International Journal of Operations & Production Management	7
Journal of cleaner production	5
International Journal of Project Management	3
Production and Operations Management	3
Robotics and Computer-Integrated Manufacturing	3
Journal of Civil Engineering and Management	2
Journal of pharmaceutical and biomedical analysis	2
Safety science	2
International journal of hydrogen energy	2
IIE Transactions	2
Enterprise Information Systems	1
Advances in Engineering Software	1
Annals of Operations Research	1
Applied Ocean Research	1
Applied Optics	1
Aquacultural Engineering	1
IEEE Sensors Journal	1
IEEE Transactions on Electron Devices	1
Journal of Materials Processing Technology	1
Measurement Science and Technology	1
Project Management Journal	1
Supply Chain Management: An International Journal	1
Computers in Human Behavior	1
Journal of Construction Engineering and Management	1
Struct Multidisc Optim	1
Structural and Multidisciplinary Optimization	1
Total	88

Fonte: Dados da Pesquisa

Analisando os dados da Tabela 3, foram encontradas 30 revistas, dentre elas a “Internacional Journal of Production Research” possuindo o maior número de publicações, 15 obras, representando 17% do total, seguida pela “Internacional Journal of Production Economics” com 10 artigos, 11% do total, além disso, nota-se também que há grandes quantidades de sobre o tema, porém com frequência entre os anos mais baixa.

Na área da Administração, foram encontradas 29 revistas, conforme Tabela 4, com o destaque para a “International Journal of Lean Six Sigma” liderando com 35% do total, seguido pela “

The TQM Journal” com uma diferença de 24%. Assim como na área de Engenharia, é notório a predominância de revistas com um número de publicações muito baixa por ano, o que mostra uma menor aderência do tema nas publicações das áreas.

Tabela 4 - Quantidade de Periódicos por Revista da Administração

Revista	Quantidade
International Journal of Lean Six Sigma	100
The TQM Journal	31
International Journal of Quality & Reliability Management	30
International Journal of Productivity and Performance Management	23
International Journal Production Economics	10
Journal of Manufacturing Technology Management	8
International Journal of Operations & Production Management	6
Business Process Management Journal	5
Benchmarking: An International Journal	4
Journal of Cleaner Production	3
Expert Systems with Applications	3
RAC	3
Quality & Quantity	2
European Journal of Operational Research	2
Concurrent Engineering: Research	2
Industrial Management & Data Systems	2
International Journal of innovation and Technology Management	2
Supply Chain Management: An International Journal	1
Management Research Review	1
Journal of Quality in Maintenance Engineering	1
Journal of Air Transport Management	1
International Small Business Journal	1
International Journal of Project Management	1
International Journal of Organizational Analysis	1
Computers & Industrial Engineering	1
Assessment & Evaluation in Higher Education	1
Management of Environmental Quality: An International Journal	1
International Journal of Retail & Distribution Management	1
Industrial and Commercial Training	1
Total	248

Fonte: Dados da Pesquisa

4.2 Análise dos objetivos

Na área das Engenharias é possível perceber convergência entre as publicações dos autores Jin, T.*et al.* (2011), Chakravorty, S. (2009). Que buscam propor um modelo de implementação da metodologia Seis Sigma, representando aproximadamente 33% dos estudos, no entanto, há inúmeros objetivos distintos, que contemplam desde o entendimento do funcionamento da metodologia nos mais diversos setores da economia, passando por aqueles que analisam fatores que auxiliam e impedem as organizações de obter uma implementação bem-sucedida, na Tabela 5, pode-se observar os principais objetivos citados nos artigos analisados.

Tabela 5 - Objetivos nas áreas de engenharia

Objetivos	Quantidade
Propor e avaliar modelos de implementação	29
Avaliar fatores que influenciam na implementação	11
Integração do seis sigma a outra metodologia	3
Propor avaliação com o seis sigma	7
Diversos	38
Total de publicações	88

Fonte: Dados da Pesquisa

Nos periódicos analisados na área de Administração, o objetivo de destaque foi o estudo da implantação da metodologia compreendendo 26% das obras analisadas, sendo muito recorrente temas como: Desenvolver e implementar o Seis Sigma junto à outras ferramentas, destacar ou apresentar resultados de empresas que alavancaram seus negócios após a adoção da metodologia e ilustrar sua aplicação em diversos setores, como pode-se ver na Tabela 6.

Tabela 6 - Objetivos dos artigos na área de administração

Objetivos	Quantidade
Estudar ou implantar o Seis Sigma	64
Discutir sobre uma temática	55
Utilizar o Seis Sigma para obter melhoria de processos	38
Propor um modelo ou apresentar uma estrutura metodológica	26
Revisar a literatura de forma sistemática	18
Identificar possíveis dificuldades enfrentadas no processo de implantação ou estudar os fatores críticos de sucesso	13
Apresentar análise de uma situação	10
Através da literatura, estudar a aplicabilidade do Seis Sigma	5
Diversos	19
Total	248

Fonte: Dados da Pesquisa

O segundo grande grupo é o de discutir sobre uma temática, possuindo 22% do total de trabalhos levantados, tais temas abordaram: Explorar o Seis Sigma em determinado setor identificando o gap dentro dele, apresentar resultados de um estudo e também, como o Seis Sigma pode influenciar na sustentabilidade da organização a partir de seus projetos.

Não menos importante, a utilização do Seis Sigma para obter melhorias de processos apresentou relevância, representando 15% dos artigos, tendo como abordagens: utilizar a metodologia para reduzir defeitos em processos, reduzir custos da má qualidade, reduzir risco da cadeia de suprimentos, aumentar a satisfação dos clientes e melhorar a qualidade de serviços e processos.

Finalmente, estudar a aplicabilidade do Seis Sigma por meio da literatura, foi um dos objetivos menos significativo, com apenas 2%, com a finalidade de eram: Investigar sobre os temas que emergem na literatura refletindo na aplicabilidade do Seis Sigma em determinado setor, revisar seu histórico e identificar as oportunidades relevantes para sua aplicação e

capturar seu atual status documentando práticas correntes a partir da revisão sistemática da literatura.

4.3 Análise das metodologias utilizadas

Em consonância com as classificações utilizadas por Berto e Nakano (2000) foi permitido comparar os dados obtidos, convergindo-os com a tipologia de Filipini (1997), para a divisão dos métodos de pesquisa encontrados nas publicações, conforme segue: I) Levantamento (*Survey*), baseando-se na investigação da coleta de dados quantitativos de grandes amostras utilizando técnicas de amostragem, análise ou inferência estatística. II) Estudo de caso como uma interação entre o pesquisador e o objetivo de pesquisa com uma descrição e análise aprofundada de casos utilizando instrumentos de coletas de dados. III) Modelagem que emprega técnicas matemáticas com intuito de elaborar um modelo matemático para descrever o funcionamento de um sistema. IV) Simulação no intuito de projetar de forma simulada funcionamento de um sistema com base em técnicas computacionais e matemáticas. V) Estudo de Campo que lida com métodos de natureza qualitativa a partir da coleta de dados primários. VI) Experimento analisa as relações de causa e efeito entre variáveis sob controle do pesquisador. Por fim, VII) Teórico Conceitual que contribui com análises e discussões a partir da literatura publicada e de revisões bibliográficas.

Nas áreas de Engenharias III e IV, é possível perceber por meio da Tabela 7, uma maior utilização da metodologia *Survey*, representando aproximadamente 31% das publicações no período analisado, e também estudo de caso em conjunto com teórico conceitual, que representam 23% das publicações.

Tabela 7 - Metodologias aplicadas nos estudos nas áreas de Engenharias

Metodologia	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Acumulada
Survey	27	30,7%	30,7%
Estudo de Caso + Teórico Conceitual	20	22,7%	53,4%
Estudo de Caso	9	10,2%	63,6%
Estudo de Caso + Modelagem Matemática	8	9,1%	72,7%
Teórico Conceitual	6	6,8%	79,5%
Modelagem Matemática + Teórico Conceitual	5	5,7%	85,2%
Modelagem Matemática	4	4,5%	89,8%
Estudo de Caso + Experimento	3	3,4%	93,2%
Survey + Simulação	3	3,4%	96,6%
Experimento	2	2,3%	98,9%
Modelagem Matemática + Simulação	1	1,1%	100,00%
Total	88		

Fonte: Dados da Pesquisa

Analisando os dados da Tabela 7, também observa-se a relevância do Estudo de Caso nas áreas das Engenharias, onde o mesmo foi utilizado em 45% dos periódicos analisados, se mostrando como a principal metodologia de estudos na área.

Tabela 8 - Metodologias aplicadas nos estudos na área de Administração

Metodologia	Frequência Absoluta	Frequência Relativa	Frequência Acumulada
Teórico Conceitual	69	27,8%	27,8%
Estudo de Caso	52	21,0%	48,8%
Estudo de Campo	34	13,7%	62,5%
Estudo de Caso + Experimento	20	8,1%	70,6%
Estudo de Caso + Teórico Conceitual	18	7,3%	77,8%
Estudo de Caso + Estudo de Campo	13	5,2%	83,1%
Experimento	8	3,2%	86,3%
Estudo de Campo + Teórico Conceitual	9	3,6%	89,9%
Survey	5	2,0%	91,9%
Estudo de Campo + Survey	3	1,2%	93,1%
Estudo de Caso + Survey	3	1,2%	94,4%
Estudo de Campo + Simulação	2	0,8%	95,2%
Modelagem Matemática + Estudo de Caso	2	0,8%	96,0%
Estudo de Caso + Simulação + Experimento	2	0,8%	96,8%
Estudo de Caso + Simulação	2	0,8%	97,6%
Survey + Modelagem Matemática	1	0,4%	98,0%
Estudo de Campo + Modelagem Matemática	1	0,4%	98,4%
Teórico Conceitual + Modelagem Matemática	1	0,4%	98,8%
Modelagem Matemática	1	0,4%	99,2%
Estudo de Campo + Experimento	1	0,4%	99,6%
Teórico Conceitual + Survey + Modelagem Matemática	1	0,4%	100,0%
Total	248		

Fonte: Dados da Pesquisa

Por meio da estratificação das metodologias na área de Administração proposta na Tabela 8, nota-se notar a predominância da pesquisa Teórica Conceitual, a qual obteve maior frequência nas obras analisadas, representando 28%. No entanto, ao observar individualmente os tipos de metodologias, percebe-se que o Estudo de Caso compreende a grande maioria das obras, sendo empregado frequentemente combinado com outras técnicas de pesquisa, possuindo um percentual de 45%, fato ocorrido também nas engenharias, seguido pelo Estudo de Campo com 25%.

Entretanto, as pesquisas como Survey, Simulação e Modelagem Matemática possuíram menor representatividade no conjunto de pesquisas que integram a área de Administração e afins.

4.4 Análise da quantidade de publicações por ano

Percebe-se que os anos com maiores quantidades de publicações, como apresenta a Tabela 9, das áreas de Engenharias em conjunto com Administração, foi em 2016, equivalente à 46 artigos, representando 14% do total e 2018 com o menor índice, o equivalente à 3%, vale ressaltar que a pesquisa foi realizada em maio de 2018, sendo possível esta quantidade ter sido acrescida ao longo do ano.

Tabela 9 - Publicações utilizadas no estudo bibliométrico

Ano	Qualis A1	Qualis A2	Total
2008	16	10	27
2009	19	5	25
2010	19	16	36
2011	21	15	37
2012	22	13	35
2013	10	16	26
2014	14	16	30
2015	11	9	20
2016	27	19	46
2017	25	19	44
2018	9	1	10

Fonte: Dados da Pesquisa

4.5 Análise da quantidade de Estudo de Caso por ano

Conforme a Tabela 10 e Gráfico 1, o ano de 2016 compreende 13% do total de estudos de caso analisados, seguido pelo ano de 2014, onde também nota-se uma regularidade no número

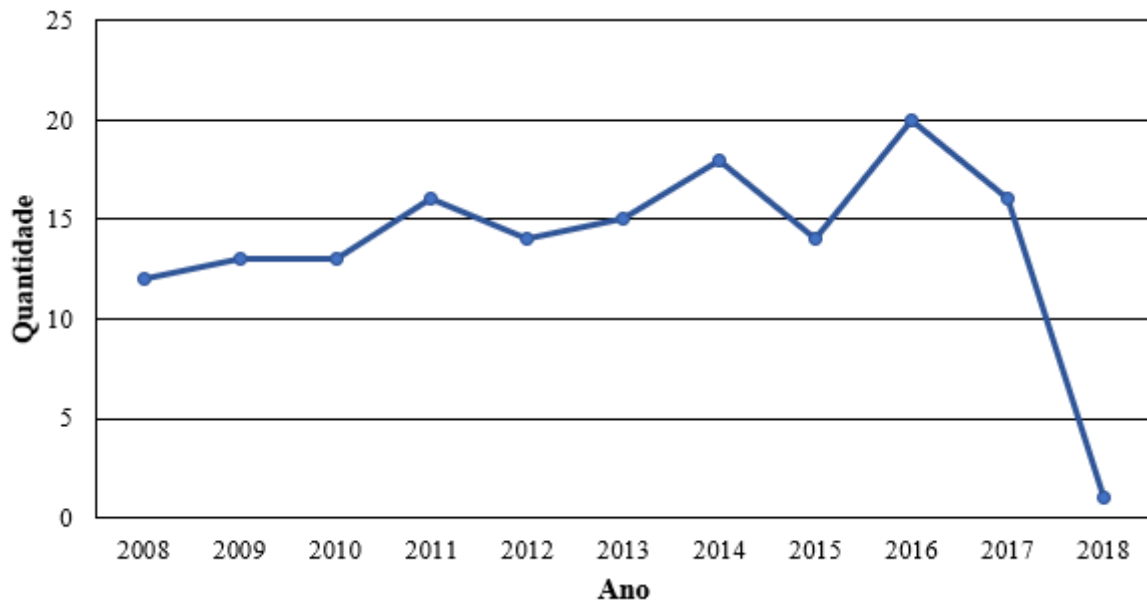
de publicações. Em 2018 percebe-se proporcionalmente uma queda, mesmo sendo analisados artigos publicados até o mês de maio deste ano.

Tabela 10 - Número de Estudo de Caso por Ano

Ano	Quantidade
2008	12
2009	13
2010	13
2011	16
2012	14
2013	15
2014	18
2015	14
2016	20
2017	16
2018	1
Total	152

Fonte: Dados da Pesquisa

Gráfico 1 - Estudos de Caso por Ano



Fonte: Elaborado pelos autores

4.6 Distribuição de publicações nos países

Ao analisar os resultados em relação à distribuição de publicações em diferentes países, obteve-se um total de 43 países, um número considerável, como mostra a Tabela 11. Os Estados Unidos, obteve o maior número de autores em publicações, 85.

Tabela 11 - Distribuição de Artigos Científicos por País

Países	Quantidade	Países	Quantidade
Estados Unidos	85	Tailândia	4
Índia	71	Alemanha	3
Reino Unido	51	Irlanda	3
Taiwan	20	Paquistão	3
Brasil	16	Quênia	3
Malásia	14	México	2
Holanda	13	Emirados Árabes Unidos	2
Austrália	10	Indonésia	2
Suécia	9	Macedônia	2
Iran	8	Servia	2
Portugal	8	Singapura	2
Canadá	7	Suíça	2
Grécia	7	Argentina	1
Noruega	6	Chile	1
Nova Zelândia	6	Egito	1
Turquia	5	Finlândia	1
China	4	Hong Kong	1
Coreia do Sul	4	Israel	1
Espanha	4	Kuwait	1
França	4	Marrocos	1
Itália	4	Singapura	1
Japão	4		

Fonte: Dados da Pesquisa

Na Figura 4, estão representadas as regiões que possuem obras publicadas, onde apresenta a disseminação dos estudos acerca da metodologia no mundo.

Figura 4 - Mapa das Regiões com publicação de Periódicos sobre Seis Sigma



Fonte: Dados da Pesquisa

Ao analisar os tipos de indústrias no qual foram aplicados os estudos de caso, foi possível notar que não há um segmento em comum para sua aplicação, como pode-se ver na Tabela 12, significando que a aplicabilidade da metodologia Seis Sigma que varia desde a indústria Alimentícia à indústria Petroquímica e também de empresas de pequeno porte até mesmo à grandes multinacionais.

Tabela 12 - Áreas de aplicação do Seis Sigma

Áreas
Empresas Multinacionais
Indústria de Construção
Processo de Fabricação de Luvas de Borracha
Setor Imobiliário
Serviços financeiros e seguros
Setor bancário
Empresa de desenvolvimento e produção de armamento
Empresa de produção de alumínio
Empresa de Manufatura
Indústria de fabricação e montagem de válvulas e aerossóis
Indústria Automobilística
Indústria de desenvolvimento de iodo
Setor público responsável pela coleta de receitas da Nova Zelândia
Indústria produtora de laticínios
Indústria Têxtil
Indústria de sistemas e serviços de energia
Indústria de instalação e recuperação de materiais
Porto Marítimo
Setor petrolífero
Instituições de Ensino Superior
Empresa de Eletrônicos
Organização prestadora de serviços
Indústria especializada na fabricação de componentes plásticos

Fonte: Dados da Pesquisa

4.7 Análise dos principais autores citados

Com a análise dos dados referentes aos autores mais citados nos estudos avaliados, notou-se um ponto comum entre as autorias dos artigos tanto para as publicações das áreas de engenharias e administração. Para efeito de análise apresenta-se os mais citados como mostra a Tabela 13, pois foram identificados mais de 150 autores distintos nas duas áreas, mas que possuíam poucas citações.

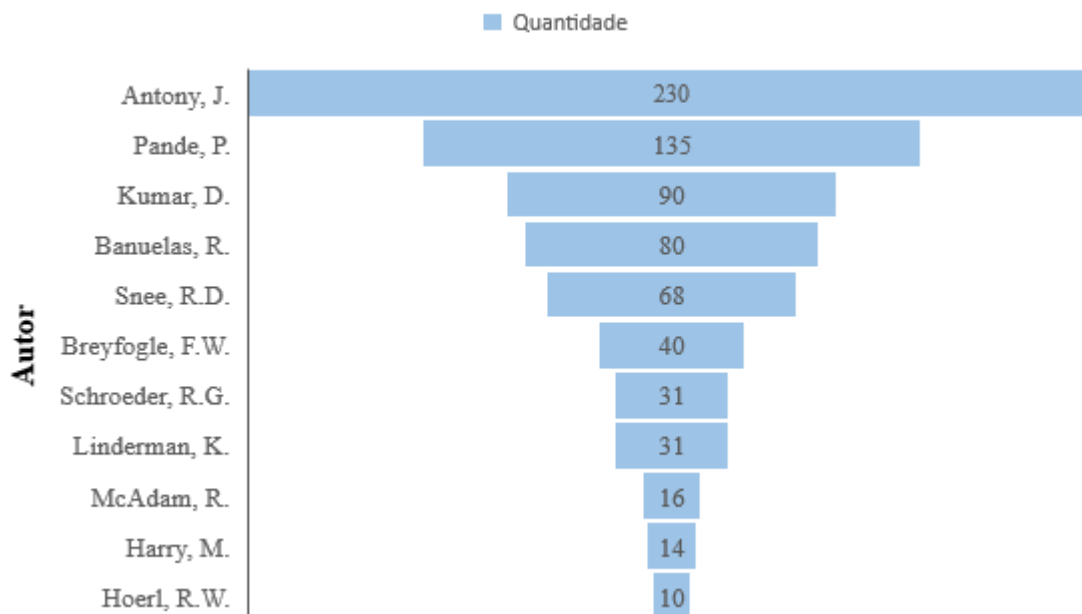
Tabela 13 - Principais autores citados

Autor Principal	Quantidade
Antony, J.	230
Pande, P.	135
Kumar, D.	90
Banuelas, R.	80
Snee, R.D.	68
Breyfogle, F.W.	40
Schroeder, R.G.	31
Linderman, K.	31
McAdam, R.	16
Harry, M.	14
Hoerl, R.W.	10

Fonte: Dados da Pesquisa

Por meio da análise do Gráfico 2, é perceptível a representatividade do autor Jiju Antony, em comparação aos demais, sendo presente em 230 de 336 obras, ou seja, contribuiu em 68% do total de estudos. Aqui cabe inferir que o mesmo é referência nos estudos de Seis Sigma. Em seguida, os autores Pande, Kumar e Banuelas, também foram frequentemente citados.

Gráfico 2–Quantidade de citações por Autor



Fonte: Elaborado pelos autores

4.8 Análise dos Resultados

A partir da estratificação dos 88 artigos analisados nas áreas de Engenharias III e IV, foi possível notar uma discrepância quanto aos resultados obtidos, o que dificultou o agrupamento em categorias, principalmente, em decorrência da aplicação de metodologias e objetivos em diferentes setores. Vale ressaltar que criação de um modelo para implantação, análise de fatores críticos para o sucesso da metodologia e melhorias em processos foram resultados com maiores frequências nas análises. Não obstante, a utilização do ciclo DMAIC, integração bem-sucedida entre o Seis Sigma e o Green Lean, também foram observados, porém citados esporadicamente.

Na área de Administração, foi possível notar uma similaridade entre os diversos resultados, facilitando a criação de categorias conforme Tabela 14.

Tabela 14 - Resultados obtidos da pesquisa

Resultados	Quantidade
Através da implantação da metodologia Seis Sigma, foi alcançado aspectos significativamente positivos	61
Identificou os requisitos primordiais na implementação da metodologia para o alcance dos resultados almejados	54
Após a implementação foi possível identificar as causas raízes ou gargalos que estavam gerando ineficiência na organização	33
Identificou fatores importantes que pode levar ou levou a organização na adoção da metodologia Seis Sigma	25
Foi apresentado as principais técnicas, práticas ou métodos utilizados, assim como conceitos e situações vivenciadas no processo de implementação, logo após foi apresentado os resultados do estudo.	25
Através da Revisão Sistemática da Literatura foi identificado opiniões de especialistas e/ou análise crítica da literatura com o estudo em questão	16
O estudo identificou as barreiras e dificuldades encontradas no processo de implantação da metodologia	7
Diversos	27
Total	248

Fonte: Dados da Pesquisa

Foi observado em 24 % dos resultados alcançados, o sucesso da implantação do SeisSigma seguido por uma pequena diferença de 2% na identificação dos requisitos primordiais para o sucesso da implementação e estes representam conjuntamente 46% do total de resultados analisados.

Das obras categorizadas acerca do sucesso da implantação da metodologia, foi presente os seguintes aspectos: melhoria da qualidade, redução de custos e variabilidade, melhoria de processos gerando economias e contribuindo para o aumento da performance e competitividade da organização. Seguido pelos requisitos primordiais, como: compromisso da gestão, liderança, treinamento dos Black Belts ou condutores do projeto, cultura organizacional e seleção apropriada do projeto, sendo importante criar métodos flexíveis, computacionalmente eficientes e práticos de usar. Ademais, fez parte desse rol, a importância da integração dos níveis operacionais e estratégicos na condução da metodologia.

5. Considerações Finais

O presente trabalho demonstrou de forma sistemática a aplicação da técnica de bibliometria para compreensão de aspectos dos estudos relacionados ao Seis Sigma. A partir das análises

realizadas, pode-se concluir que a metodologia tem obtido sucesso em amplos setores ao utilizar métodos integrados, apresentando potencial de ser uma ferramenta excepcionalmente poderosa. Muitas vezes, é visto como início de mudanças operacionais e culturais, consequentemente, levando a transformação integral da cadeia de suprimentos.

Como visto, os principais autores acerca da metodologia Seis Sigma são: Jiju Anthony e Peter Pande, eles são citados em praticamente todos os artigos referentes à metodologia. Os países que mais publicam de acordo com o estudo são: Estados Unidos e Índia, vale ressaltar que o Brasil é o quinto país com mais publicações sobre o Seis Sigma, e dentro das publicações nacionais se destacam dois autores, Marly Monteiro de Carvalho e Paulo Augusto Cauchick Miguel, onde cada um é autor de 4 artigos, o que representa um quarto das publicações brasileiras.

É importante pontuar a contribuição de diversos autores que se propuseram na investigação do tema, sobretudo, Jiju Antony. Portanto, o presente trabalho alcançou seus objetivos demonstrando os resultados das análises obtidas pelos artigos de congressos nacionais e internacionais e, foi possível perceber, a partir dos achados na literatura, a robustez e dinamicidade do tema abordado, aplicado a diferentes organizações incluindo tanto processos de fabricação quanto de serviços (ANTONY, 2004). Além disso, foi demonstrado a importância dos fatores críticos de sucesso – FCS e como estes podem influenciar no desempenho organizacional por meio da implantação da metodologia.

Finalmente, acredita-se que a implementação do Seis Sigma encontre dificuldades e, portanto, requer planejamento antes de sua implementação. Pois, sem dúvidas após o estudo realizado, essa metodologia trará melhoria significativa nos resultados e desempenhos da empresa desde que, seja adequadamente implementada. Acredita-se que este artigo sirva como base para investigação sistemática e compreensão científica do Seis Sigma em futuros estudos e pesquisas aplicadas.

REFERÊNCIAS

ADAMS, C.W., GUPTA, P. and WILSON, C.E. Jr. Six Sigma Deployment, **Elsevier Science**, Burlington, MA.2003.

ANDRIETTA, J.M.; MIGUEL, P.A.C. Six Sigma application in small enterprise. **Concurrent Engineering: Research and Applications**, v. 24, n.1, p. 69–82, 2007.

ANTONY, J. Some pros and cons of Six Sigma: an academic perspective. **The TQM magazine**, v. 16, n. 4, p. 303-306, 2004.

ANTONY, J. Can Six Sigma be effectively implemented in SMEs?. **International journal of productivity and performance management**, v. 57, n. 5, p. 420-423, 2008.

ANTONY, J. A SWOT analysis on Six Sigma: some perspectives from leading academics and practitioners. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 61, n. 6, p. 691-698, 2012.

ARNHEITER, E. D.; MALEYEFF, J. The integration of lean management and Six Sigma. **The TQM magazine**, v. 17, n. 1, p. 5-18, 2005.

BERTO, R. M. V. S.; NAKANO, D. N. A produção científica nos Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. **Produção**, v. 9, n. 2, p. 65-76, 2000.

BOYNTON, A. C.; ZMUD, R. W. An assessment of critical success factors. **Sloan management review**, v. 25, n. 4, p. 17-27, 1984.

CHAKRAVORTY, S. S. Six Sigma programs: An implementation model. **International journal of production economics**, v. 119, n. 1, p. 1-16, 2009.

CHASE, R.B., JACOBS, F.R. and AQUILANO, N. **Operations Management for Competitive Advantage**, McGraw-Hill Irwin, New York, NY. 2006.

CHENG, J. Implementing Six Sigma via TQM improvement: an empirical study in Taiwan. **The TQM Journal**, v. 20, n. 3, p. 182-195, 2008.

CORONADO, R.; ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. **The TQM magazine**, v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.

DESAI, T.N. and SHRIVASTAVA, R.L., “Six sigma – a new direction to quality and productivity management”, **World Congress on Engineering and Computer Science WCECS**, San Francisco, CA. 2008

FILIPPINI, R. Operations management research: some reflections on evolution, models and empirical studies in OM. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 17, n. 7, p. 655-70, 1997.

GIJO, E. V.; SCARIA, J.; ANTONY, J. Application of Six Sigma methodology to reduce defects of a grinding process. **Quality and Reliability Engineering International**, v. 27, n. 8, p. 1221-1234, 2011.

GRIFFIN, R. K. A categorization scheme for critical success factors of lodging yield management systems. **International Journal of Hospitality Management**, v. 14, n. 3-4, p. 325-338, 1995.

IKPAAHINDLI, L. An overview of bibliometrics: its measurements, laws and their applications. **Libri**, v. 35, n. 2, p. 163-177, june. 1985.

JIN, T.; JANAMANCHI, B.; FENG, Q. Reliability deployment in distributed manufacturing chains via closed-loop Six Sigma methodology. **International Journal of Production Economics**, v. 130, n. 1, p. 96-103, 2011.

OMACHONU, V.K. and ROSS, J.E. Principles of Total Quality, 3rd ed., **CRC Press LLC**, Boca Raton, FL. 2004.

POTTER, WILLIAM GRAY. Introduction. **Library Trends**, v. 30, n. 1, p. 5-7, Summer. 1981.

PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics? **Journal of Documentation**, v. 25, n. 4, p. 348-349, dec. 1969.

STAMATIS, DIOMIDIS HARRY; STAMATIS, DEAN H. Six Sigma fundamentals: a complete guide to the system, methods and tools. **New York: Productivity Press**, 2004.