



ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ESG nas Engenharias

30 a 02
de dezembro 2022

Uma análise das publicações envolvendo Controle Estatístico do Processo e Seis Sigma

Maiquiel Schmidt de Oliveira

Departamento de Física, Estatística e Matemática – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Francisco Beltrão

Flávio Trojan

Departamento Acadêmico de Eletrônica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa

João Luiz Kovaleski

Departamento Acadêmico de Engenharia De Produção - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Ponta Grossa

Resumo: A utilização de ferramentas estatísticas e de qualidade na resolução de problemas em diferentes áreas da Engenharia de Produção vêm crescendo nos últimos anos. Nesse sentido, esse estudo procurou analisar as publicações envolvendo as ferramentas Controle Estatístico do Processo e Seis Sigma, vislumbrando determinar possíveis tendências. Para isso, foi realizada uma revisão da literatura utilizando o *Methodi Ordinatio*, que se baseia em um índice (*InOrdinatio*) para criar um ranking com os artigos considerados mais importantes, baseado em três indicadores: número de citações, fator de impacto e ano de publicação. Após pesquisas em três bancos de dados (*Scopus*, *Web of Science* e *ScienceDirect*), foram encontrados 219 artigos, sendo o portfólio final composto por 43 artigos, visto que foram aplicadas técnicas de filtragem e foram eliminados os artigos com *InOrdinatio* menor que 30. O primeiro artigo publicado data de 2001 e percebe-se um aumento no número de publicações nos anos 2011 a 2020, em relação a década anterior. Outros aspectos importantes puderam ser determinados através de diferentes análises.

Palavras-chave: Controle Estatístico do Processo. Seis Sigma. Revisão de literatura.

An analysis of publications involving Statistical Process Control and Six Sigma

Abstract: Using statistical and quality tools to solve problems in different areas of Production Engineering has been growing in recent years. In this sense, this study sought to analyze the publications involving the Statistical Process Control and Six Sigma tools, aiming to determine possible trends. For this, a literature review was carried out using the *Methodi Ordinatio*, which is based on an index (*InOrdinatio*) to create a ranking with the articles considered most important, based on three indicators: number of citations, impact factor and year of publication. After searching three databases (*Scopus*, *Web of Science* and *ScienceDirect*), 219 articles were found, with the final portfolio comprising 43 articles, since filtering techniques were applied and articles with *InOrdinatio* lower than 30 were eliminated. The first article published dates from 2001 and there is an increase

in the number of publications in the years 2011 to 2020, compared to the previous decade. Other important aspects could be determined through different analyses.

Keywords: Statistical Process Control, Six Sigma, Literature review.

1. Introdução

As diferentes áreas do conhecimento têm buscado ferramentas para verificar e resolver problemas. Seja através da utilização de métodos já conhecidos ou na proposição de novos métodos, as ferramentas envolvendo a Engenharia de Produção são amplamente difundidas na literatura e surgem como uma possibilidade para auxiliar gestores na tomada de decisão.

Nesse sentido, a ferramenta Seis Sigma é utilizada para verificar possíveis inconsistências e buscar a melhoria dos processos em uma unidade produtiva. Figueiredo (2006) afirma que Seis Sigma é uma estratégia de gestão baseada em mudanças para acelerar a melhoria em processos, produtos e serviços. Baseada em uma série de filosofias, ferramentas e técnicas coordenadas adequadamente, essa ferramenta possibilita obter de forma rápida e eficiente benefícios para as indústrias, através da redução do desperdício, aumento da satisfação do cliente e melhoria de processos, através de resultados financeiramente mensuráveis. A implementação da Seis Sigma é baseada em seis passos.

Essas ferramentas de Engenharia de Produção podem ser usadas de forma única ou aliada com outras técnicas. Uma das possibilidades é o Controle Estatístico do Processo (CEP), que é uma ferramenta de qualidade utilizada na melhoria de processos, aliada com Seis Sigma. O Controle Estatístico do Processo é uma ferramenta que utiliza a estatística para identificar possíveis falhas no processo.

Estudos nas últimas décadas têm explorado a utilização da combinação entre as ferramentas CEP e Seis Sigma, dentre eles podemos destacar: indústria alimentícia (Costa et al., 2020), treinamento e prática no controle da qualidade industrial (Costa et al., 2019), melhorias no custo da gestão industrial (Silva et al., 2019), altas de pacientes em um hospital comunitário (Allen et al., 2010), comparação entre a indústria de *software* com a manufatura (Antony e Fergusson, 2004), ferramentas automotivas (Doshi e Desai, 2016), empresa fabricante de pneus (Gupta et al., 2018), fabricação de engrenagens (Pathania et al., 2021), rede da cadeia de suprimentos (Mishra e Sharma, 2013), qualidade das carcaças em um abatedouro de aves (Mataragas et al., 2012) e *benchmarking* de prototipagem rápida e processos de fabricação (Mahesh et al., 2006).

O primeiro artigo publicado nas 3 bases de dados pesquisadas que engloba a combinação dessas ferramentas foi em 2001. Logo, existe uma ampla possibilidade aplicação dessas ferramentas em diferentes áreas do conhecimento, visando ampliar as visões em torno dos métodos já existentes e também o desenvolvimento de novos métodos.

Nesse sentido, o objetivo desse estudo é realizar uma análise dos artigos envolvendo Seis Sigma e Controle Estatístico do Processo (CEP), através de pesquisas realizadas em 3 bases de dados (*Scopus*, *Web of Science* e *ScienceDirect*), visando determinar aspectos pertinentes dessas publicações, tais como: principais periódicos utilizados, palavras com mais ocorrências, autores com mais contribuições, entre outros. Nesse sentido, realizou-se uma revisão de literatura utilizando o *Methodi Ordinatio* (Pagani et al., 2015; Pagani et al., 2018).

2. Metodologia

Para a realização desse estudo de revisão de literatura utilizou-se o *Methodi Ordinatio* criado por Pagani et al. 2015 e melhorado por Pagani et al., 2018. O método é baseado em 9 etapas, sendo cada uma delas descrita a seguir:

Etapa 01 - Definir o objetivo da pesquisa

A ideia central é mapear as publicações em torno dos temas Controle Estatístico do Processo (CEP) e Seis Sigma, construindo um portfólio de artigos para verificar aspectos pertinentes a essas publicações, tais como: principais autores, periódicos mais utilizados, período com maior número de publicações, mapa de palavras-chave, entre outros.

Etapa 02 – Pesquisas preliminares em bases de dados

Pesquisas exploratórias realizadas nas bases de dados *Scopus*, *ScienceDirect* e *Web of Science* com o intuito de testar possíveis combinações de palavras que serão utilizadas no estudo.

Etapa 03 - Definição das palavras-chave

Serão realizadas as combinações conforme o Quadro 1:

Combinação de palavras
“Statistical Control Process” AND “Six Sigma”

Fonte: A autoria própria (2022)

Serão pesquisadas publicações que combinem essas palavras em torno do resumo, título e palavras-chave dos artigos, utilizando o operador booleano “AND”.

Etapa 04 – Pesquisas nas bases de dados

Após a definição das combinações, são realizadas as pesquisas nas bases de dados. Os resultados para estas pesquisas são apresentados na Tabela 1:

Tabela 1 – Pesquisa nas bases de dados			
Combinação de palavras	Web of Science	Scopus	ScienceDirect
“Statistical Control Process” AND “Six Sigma”	40	165	14

Fonte: A autoria própria (2022)

No total, foram encontrados 219 artigos, considerando que não foram realizados cortes.

Etapa 05 – Procedimentos de filtragem

Os artigos foram exportados das bases de dados, em formato BibTeX, com o intuito de aloca-los no Mendeley e, posteriormente, no JabRef, para procedimentos de filtragem. A Tabela 2 descreve o número de artigos eliminados com esses procedimentos:

Tabela 2 – Procedimentos de filtragem	
Filtragem dos artigos	Total de artigos
Número inicial de artigos	219
Artigos duplicados	44
Artigos sem dados	3
Artigos fora do tema	64
Artigos eliminados pelo tipo	2
Total de artigos excluídos	113
Portfólio após procedimentos de filtragem	106

Fonte: A autoria própria (2022)

Etapa 06 – Identificação do Fator de Impacto (FI), número de citações (Ci) e ano de publicação (AnoPubl)

O *Methodi Ordinatio* se baseia em um índice que considera o Fator de Impacto (FI) dos artigos, logo não foram considerados artigos de conferências, livros, capítulos de livros,

entre outras publicações que não possuem FI. Além disso, o índice considera o número de citações (Ci) e o ano de publicação (AnoPubl). Esses dados estão descritos no ANEXO (Tabela 4). Como FI foram considerados dois indicadores (JCR como principal e SJR como segunda opção). O número de citações foi obtido através do Google Scholar, conforme realizado por Pagani et al. (2015) e Corsi et al. (2021).

Etapa 07 - *InOrdinatio*

Para determinar o ranking dos artigos é aplicado o índice *InOrdinatio*, descrito pela Equação 1:

$$InOrdinatio = (FI/1000) + \alpha * (AnoEstudo - AnoPubl) + (Ci) \quad (1)$$

Onde: FI é o Fator de Impacto; α é um valor entre 1 e 10, definido pelos autores de acordo com a importância do estudo; AnoEstudo é o ano em que o estudo foi realizado; AnoPubl é o ano de publicação do artigo e Ci é o número de citações.

Foi utilizado valor de α igual a 5. Após o cálculo do *InOrdinatio*, optou-se por considerar somente os artigos com índice igual ou superior a 30, gerando um Portifólio Final (PF) com 43 artigos (ANEXO, Tabela 4).

Etapa 08 – Download de todos os artigos do portfólio

Realizou-se o download de todos os artigos do Portifólio Final (PF).

Etapa 09 – Leitura e revisão sistemática dos artigos

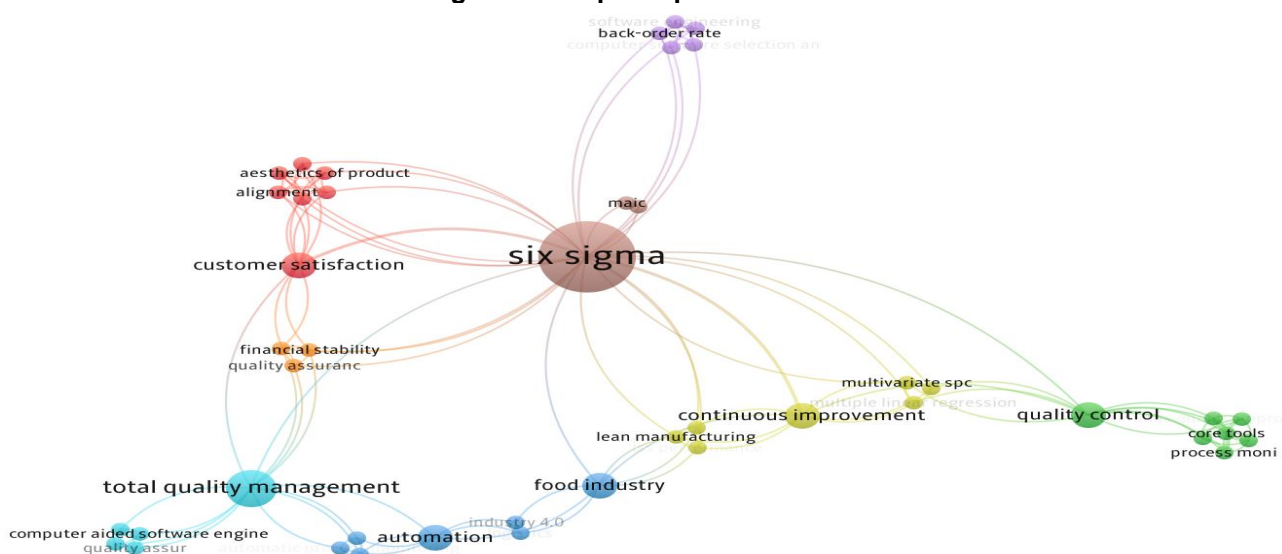
Para a análise dos principais aspectos presentes no PF, realizou-se a leitura e a revisão bibliométrica e sistemática dos artigos. Para a revisão sistemática foram utilizados os softwares VOSviewer, Microsoft Excel e Atlas.ti, com resultados apresentados na próxima seção.

3. Resultados e discussões

O PF é formado por 43 publicações. Para a descrição dos artigos, foram realizadas a leitura e revisões bibliométrica e sistemática dos artigos, sendo para essas revisões utilizados diferentes *softwares*.

A Figura 1 apresenta um mapa das palavras-chave presentes nos artigos, construída a partir do *software* VOSviewer:

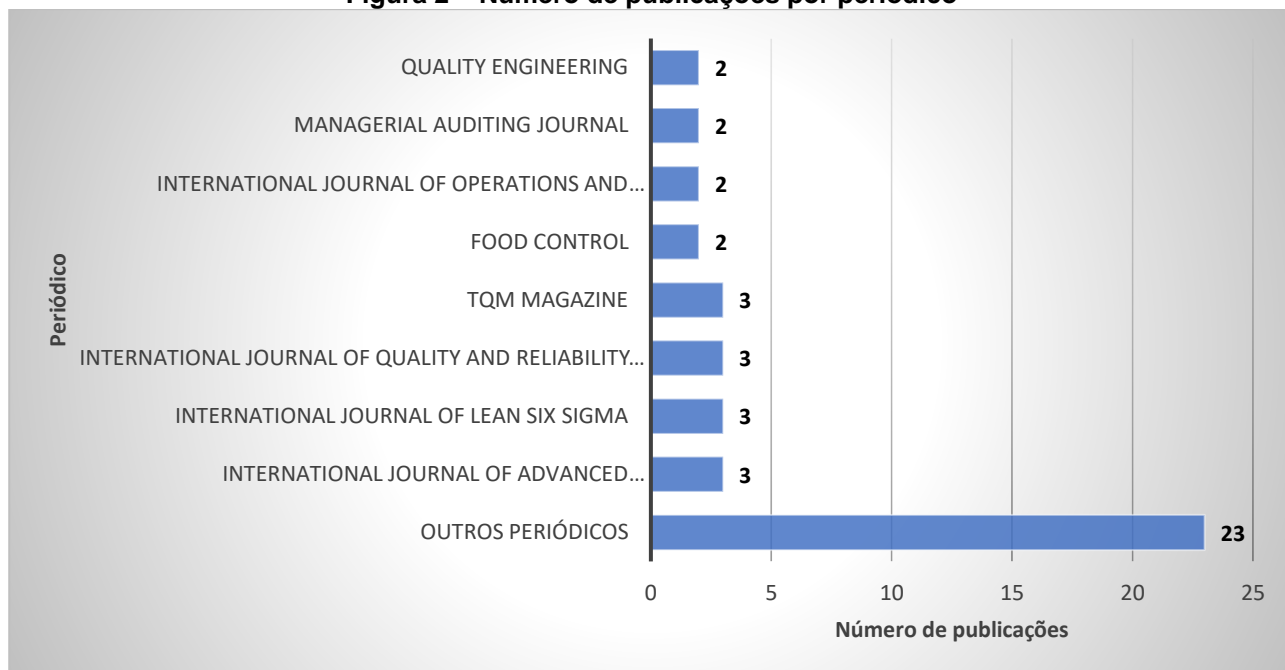
Figura 1 – Mapa de palavras-chave



Fonte: Autoria própria (2022)

A palavra com maior número de ocorrências, 6 no total, é “six sigma”, com “statistical process control” na segunda posição, com 4 ocorrências. Isso demonstra que as principais palavras pesquisadas nos bancos de dados foram as mais presentes entre as palavras-chave. A Figura 2 apresenta o número de publicações por periódico considerando o PF:

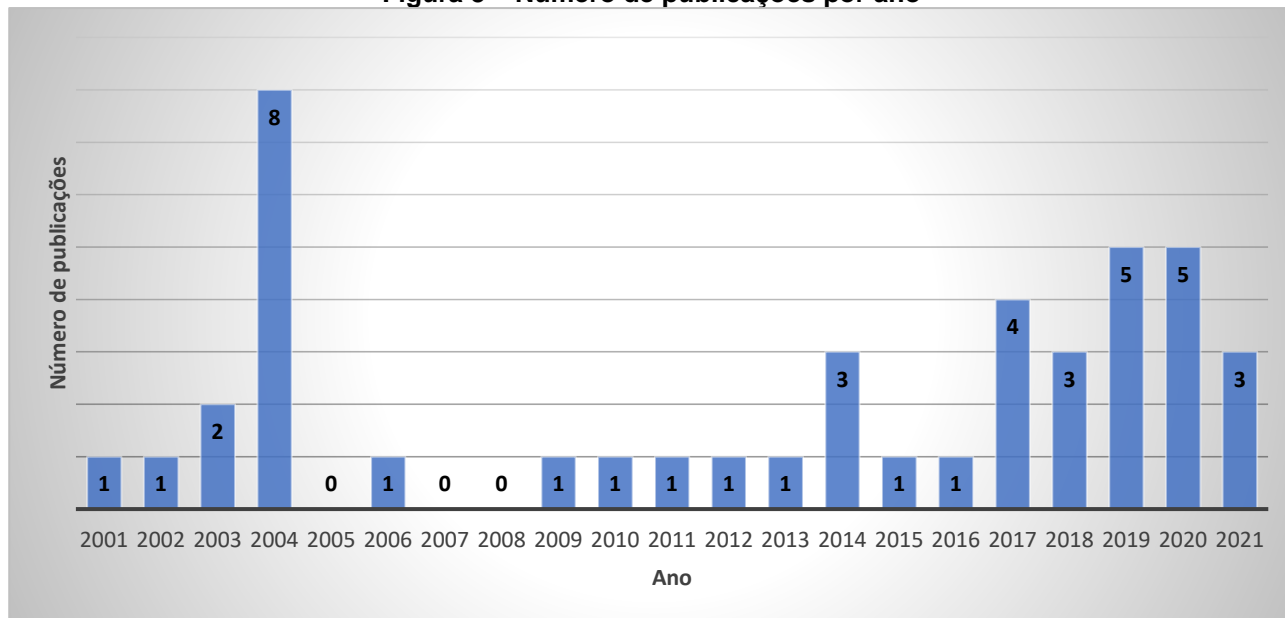
Figura 2 – Número de publicações por periódico



Fonte: Autoria própria (2022)

Percebe-se que existe uma homogeneidade na distribuição do número publicações por periódicos, visto que existem 3 periódicos com 3 publicações cada, como os que mais foram utilizados, e 31 periódicos utilizados para publicar os artigos que compõem o PF. A Figura 3 mostra o número de publicações por ano:

Figura 3 – Número de publicações por ano



Fonte: Autoria própria (2022)

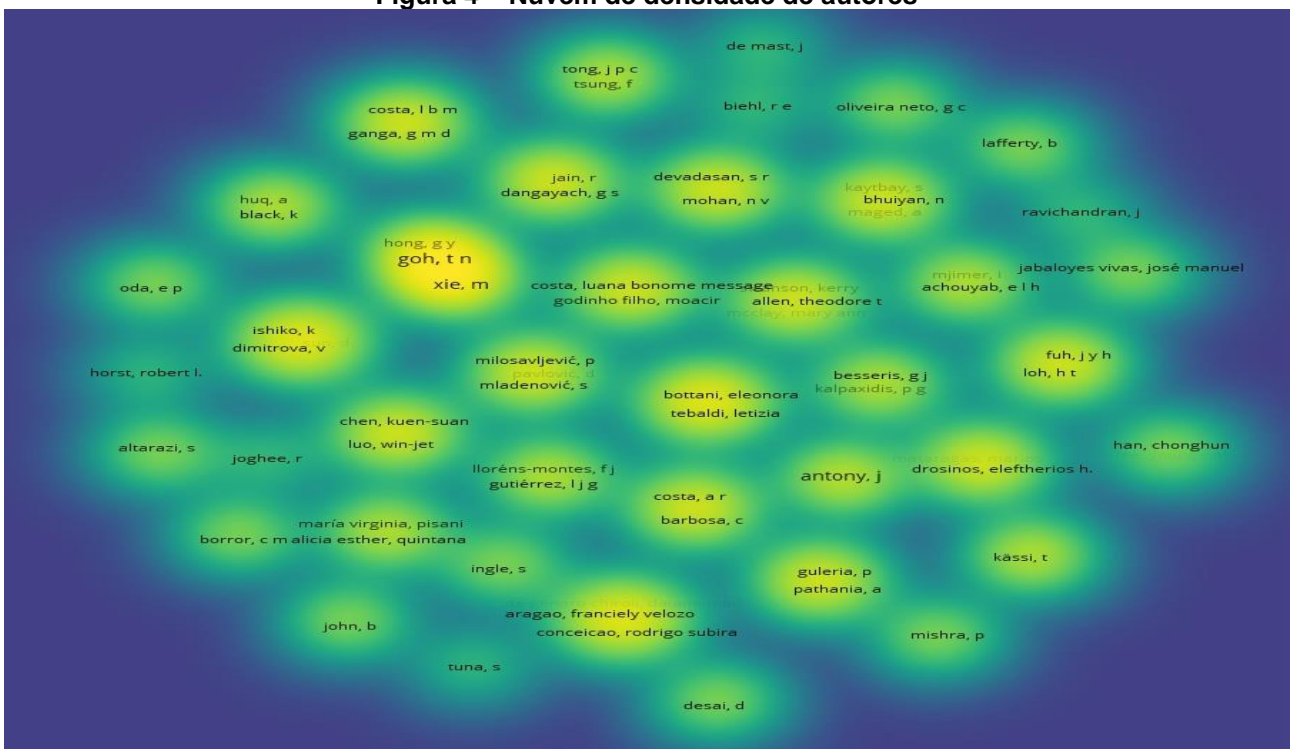
2004 é o ano que mais apresenta publicações (8 artigos). Em oposição, nos anos de 2005, 2007 e 2008 não houveram publicações. A Tabela 3 apresenta os autores que mais contribuíram com publicações para o PF:

Tabela 3 – Principais autores	
Principais autores	Publicações
Goh, T. N.	3
Antony, J.	2
Frendendall, L. D.	2
Ganga, G. M. D.	2
Godinho Filho, M.	2
Xie, M.	2

Fonte: Autoria própria (2022)

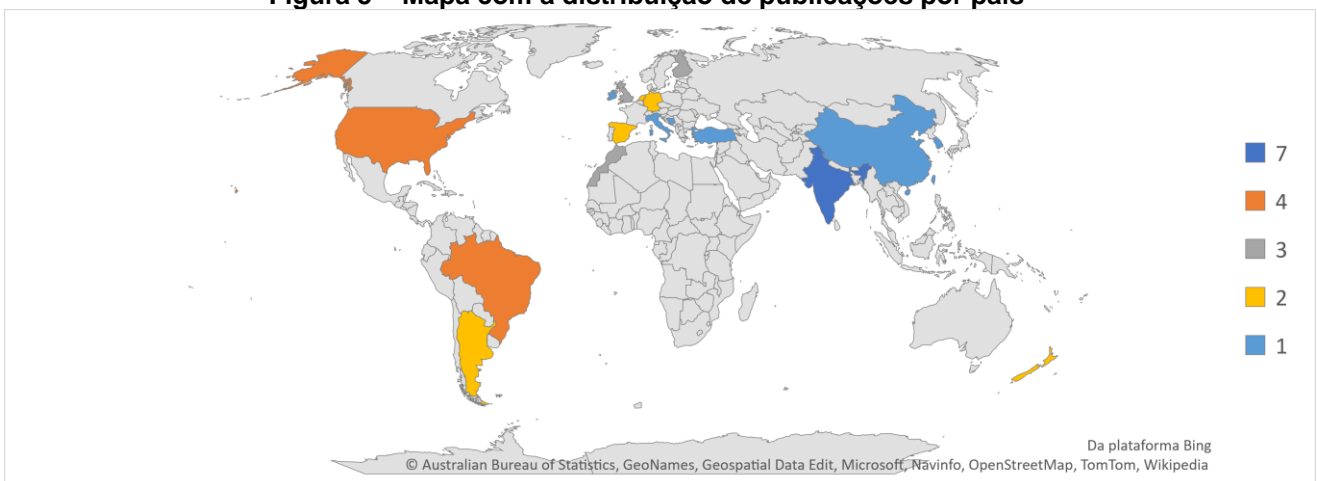
Goh, T. N. é o autor com mais publicações (3 artigos), seguido por mais 5 autores (Antony, J.; Fredendall, L. D.; Ganga, G. M. D.; Godinho Filho, M.; Xie, M;) com 2 publicações cada. A Figura 4 apresenta uma nuvem de densidade de autores, que permite visualizar os autores que mais contribuíram para o PF, além de ligar os autores com publicações em conjunto, e a Figura 5 a distribuição das publicações por país:

Figura 4 – Nuvem de densidade de autores



Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 5 – Mapa com a distribuição de publicações por país



Fonte: Autoria própria (2022)

COSTA, L. B. M.; GODINHO FILHO, M.; FREDENDALL, L. D.; GANGA, G. M. D. The effect of Lean Six Sigma practices on food industry performance: Implications of the Sector's experience and typical characteristics. **Food Control**, v. 112, p. 1-15, 2020.

COSTA, A. R.; BARBOSA, C.; SANTOS, G.; ALVES, M. R. Six Sigma: Main Metrics and R Based Software for Training Purposes and Practical Industrial Quality Control. **Quality Innovation Prosperity**, v. 23, n. 2, p. 83-100, 2019.

DOSHI, J.A.; DESAI, D. Overview of Automotive Core Tools: Applications and Benefits. **Journal of The Institution of Engineers (India): Series C**, v. 98, p. 515-526, 2017.

ESTHER, Q. A.; VIRGINIA, P. M.; NÉSTOR, C. R. Desempeño de cartas de control estadístico con límites bilaterales de probabilidad para monitorear procesos Weibull en mantenimiento. **Ingeniería, Investigación y Tecnología**, v. 16, n. 1, p. 143-156, 2015.

FIGUEIREDO, T. G. Metodologia seis sigma como estratégia para redução de custos: estudo de caso sobre a redução de consumo de óleo sintético na operação de usinagem. Juiz de Fora, 48 p., 2006. Monografia (especialização) – Universidade Federal de Juiz de Fora.

GOH, T. N.; XIE, M. Statistical Control of a Six Sigma Process. **Quality Engineering**, v. 15, n. 4, p. 587-592, 2003.

GULERIA, P.; PATHANIA, A.; SHUKLA, R. K.; SHARMA, S. Lean six-sigma: Panacea to reduce rejection in gear manufacturing industry. **Materials Today: Proceedings**, v. 46, Part 9, p. 4040-4046, 2021.

GUPTA, V.; JAIN, R.; MEENA, M.L.; DANGAYACH, G. S. Six-sigma application in tire-manufacturing company: a case study. **Journal of Industrial Engineering International**, v. 14, p. 511-520, 2018.

GUTIÉRREZ, L.J.; LLORÉNS-MONTES, F.J.; SÁNCHEZ, Ó. F. B. Six sigma: from a goal-theoretic perspective to shared-vision development. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n. 2, p. 151-169, 2009.

HAN, C.; LEE, Y.-H. Intelligent integrated plant operation system for Six Sigma. **Annual Reviews in Control**, v. 26, n. 1, p. 27-43, 2002.

HONG, G. Y.; GOH, T. N. Six Sigma in software quality. **TQM Magazine**, v. 15, n. 6, p. 364-373, 2003.

HORST, R. L. Measuring and achieving six sigma performance. **Manufacturing Engineering**, v. 133, n. 1, p. 1-19, 2004.

INGLE, S.; ROE, W. Six sigma black belt implementation. **TQM Magazine**, v. 13, n. 4, p. 273-280, 2001.

JOHN, B.; SUBHANI, S.M. A modified control chart for monitoring non-normal characteristics. **International Journal of Productivity and Quality Management (IJPQM)**, v. 29, n. 3, p. 309-328, 2020.

JOGHEE, R. Control chart for high-quality processes based on Six Sigma quality. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 34, n. 1, p. 2-17, 2017.

KALPAXIDIS, P. G.; BESSERIS, G. J.; STERGIOU, C. I. Six sigma tolerance analysis for functionality and assemblability: designing locking systems. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, v. 11, n. 4, p. 277-302, 2019.

LUO, W-J; CHEN, K-S; YU, C-M; HSU, T-H. The Fuzzy Process Quality Evaluation Model for the STB Quality Characteristic of Machining. **Applied Sciences**, v. 10, n. 22, p. 1-11, 2020.

MAGED, A.; HARIDY, S.; KAYTBAY, S.; BHUIYAN, N. Continuous improvement of injection moulding using Six Sigma: case study. **International Journal of Industrial and Systems Engineering (IJISE)**, v.32, n. 2, p. 243-266, 2019.

MAHESH, M.; WONG, Y.S.; FUH, J.Y.H.; LOH, H. T. A Six-sigma approach for benchmarking of RP&M processes. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 31, p. 374-387, 2006.

MATARAGAS, M.; DROSINOS, E. H.; TSOLA, E.; ZOIPOULOS, P. E. Integrating statistical process control to monitor and improve carcasses quality in a poultry slaughterhouse implementing a HACCP system. **Food Control**, v. 28, n. 2, p. 205-211, 2012.

MAST, J. A methodological comparison of three strategies for quality improvement. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 21, n. 2, p. 198-213, 2004.

MCADAM, R.; LAFFERTY, B. A. multilevel case study critique of six sigma: statistical control or strategic change. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, n. 5, p. 530-549, 2004.

MJIMER, I.; AOULA, E.-S.; ACHOUYAB, E. H. Monitoring of overall equipment effectiveness by multivariate statistical process control. **International Journal of Lean Six Sigma**, Vol. ahead-of-print, No. ahead-of-print, p. 1-16, 2021.

MISHRA, P.; SHARMA, R. K. A hybrid framework based on SIPOC and Six Sigma DMAIC for improving process dimensions in supply chain network. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 31, n. 5, p. 522-546, 2014.

MONTGOMERY, D. C.; BORROR, C. M. Systems for modern quality and business improvement, **Quality Technology & Quantitative Management**, v. 14, n. 4, p. 343-352, 2017.

NAGI, A.; ALTARAZI, S. Integration of value stream map and strategic layout planning into DMAIC approach to improve carpeting process. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 10, n. 1, p. 74-97, 2017.

NATARAJAN, M.; MOHAN, N. V.; DEVADASAN, S. R.; THILAK, V. M. M. Quality and reliability improvement in new product development - a case study in a pneumatic filter manufacturing company. **International Journal of Business Excellence**, v.15, No.4, p. 483-501, 2018.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. TICs na composição da Methodi Ordinatio: construção de portfólio bibliográfico sobre Modelos de Transferência de Tecnologia. **Ciência da Informação**, [S.l.], v. 47, n. 1, 2018.

PAGANI, R.; KOVALESKI, J.; RESENDE, L. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 105, p. 2109-2135, 2015.

PANAT, R.; DIMITROVA, V.; SELVAMUNIANDY, T. S.; ISHIKO, K.; SUN, D. The application of Lean Six Sigma to the configuration control in Intel's manufacturing R&D environment. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 5, v. 4, p. 444-459, 2014.

PAVLOVIC, D.; TODOROVIC, M.; MLADENOVIC, S.; MILOSAVLJEVIC, P. The role of quality methods in improving education process: Case study. **Serbian Journal of Management**, v. 9, n. 2, p. 219-230, 2014.

RANTAMÄKI, J.; TIAINEN, E.; KÄSSI, T. A case of implementing SPC in a pulp mill. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 4, n. 3, p. 321-337, 2013.

RAVICHANDRAN, J. Six sigma-based x-bar control chart for continuous quality improvement. **International Journal for Quality Research**, v. 10, n. 2, p. 257-266.

REVERE, L.; BLACK, K.; HUQ, A. Integrating Six Sigma and CQI for improving patient care. **TQM Magazine**, v. 16, n. 2, p. 105-113, 2004.

SANCHEZ-MARQUEZ, R.; VIVAS, J. M. J. Multivariate SPC methods for controlling manufacturing processes using predictive models – A case study in the automotive sector. **Computers in Industry**, v. 123, p. 1-16, 2020.

TONG, J. P. C.; TSUNG, F.; YEN, B. P. C. A DMAIC approach to printed circuit board quality improvement. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 23, p. 523-531, 2004.

TUCCI, H. N. P.; NETO, G. C. O. Analysis of application of Six Sigma in refuelling process in Brazilian airline. **The Aeronautical Journal**, v. 123, n. 1260, p. 265-282, 2019.

TUNA, S. Keeping track of garment production process and process improvement using quality control techniques. **Periodicals of Engineering and Natural Sciences**, v. 6, n. 1, p. 11-26, 2018.

ULUSKAN, M.; ODA, E. P. A thorough Six Sigma DMAIC application for household appliance manufacturing systems: Oven door-panel alignment case. **TQM Journal**, v. 32, n. 6, p. 1683-1714, 2020.

ZHANG, H. Y.; SHAMSUZZAMAN, M.; XIE, M.; GOH, T. N. Design and application of exponential chart for monitoring time-between-events data under random process shift. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 57, p. 849-857, 2011.

ANEXO

Tabela 4 – Dados dos artigos e aplicação do índice *InOrdinatio*

ID	Autor(es)	Título	Ano	Periódico	JCR	SJR	Ci	Índice*
1	Antony, J.	Six Sigma in the UK service organisations: Results from a pilot survey	2004	Managerial Auditing Journal	1,905	0,000	431	391
2	McAdam, R. and Lafferty, B.	A multilevel case study critique of six sigma: Statistical control or strategic change?	2004	International Journal of Operations and Production Management	6,629	0,000	293	253
3	Antony, J. and Fergusson, C.	Six Sigma in the software industry: Results from a pilot study	2004	Managerial Auditing Journal	1,905	0,000	212	172
4	Horst, R.L.	Measuring and achieving six sigma performance	2004	Manufacturing Engineering	0,080	0,000	181	141
5	Ingle, S. and Roe, W.	Six sigma black belt implementation	2001	TQM Magazine	0,000	0,000	187	132
6	Tong, J.P.C., Tsung, F. and Yen, B.P.C.	A DMAIC approach to printed circuit board quality improvement	2004	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	3,226	0,000	149	109
7	Gutiérrez, L.J.G., Lloréns-Montes, F.J. and Sánchez, O.F.B.	Six sigma: From a goal-theoretic perspective to shared-vision development	2009	International Journal of Operations and Production Management	6,629	0,000	119	104
8	Mishra, P. and Sharma, R.K.	A hybrid framework based on SIPOC and Six Sigma DMAIC for improving process dimensions in supply chain network	2014	International Journal of Quality and Reliability Management	0,610	0,000	86	96
9	Gupta, V., Jain, R., Meena, M.L. and Dangayach, G.S.	Six-sigma application in tire-manufacturing company: a case study	2018	Journal of Industrial Engineering International	0,000	0,389	59	89
10	de Mast, J.	A methodological comparison of three strategies for quality improvement	2004	International Journal of Quality and Reliability Management	0,610	0,000	121	81
11	Revere, L., Black, K. and Huq, A.	Integrating six sigma and CQI for improving patient care	2004	TQM Magazine	0,000	0,000	109	69
12	Costa, L.B.M., Godinho Filho, M., Fredendall, L.D., Ganga, G.M.D., Message Costa, L.B., Godinho Filho, M., Fredendall, L.D. and Devos Ganga, G.M.	The effect of Lean Six Sigma practices on food industry performance: Implications of the Sector's experience and typical characteristics	2020	Food Control	1,490	0,000	26	66

13	Costa, A.R., Barbosa, C., Santos, G. and Alves, M.R.	Six Sigma: Main Metrics and R Based Software for Training Purposes and Practical Industrial Quality Control	2019	Quality Innovation Prosperity-Kvalita Inovacia Prosperita	0,430	0,000	25	60
14	Hong, G.Y. and Goh, T.N.	Six Sigma in software quality	2003	TQM Magazine	0,000	0,000	105	60
15	Han, C. and Lee, Y.-H.	Intelligent integrated plant operation system for Six Sigma	2002	Annual Reviews in Control	6,091	0,000	109	59
16	Allen, T.T., Tseng, S.-H., Swanson, K. and McClay, M.A.	Improving the Hospital Discharge Process with Six Sigma Methods	2010	QUALITY ENGINEERING	2,066	0,000	69	59
17	Nagi, A. and Altarazi, S.	Integration of value stream map and strategic layout planning into DMAIC approach to improve carpeting process	2017	Journal of Industrial Engineering and Management	0,280	0,000	34	59
18	Maged, A., Haridy, S., Kaytbay, S. and Bhuiyan, N.	Continuous improvement of injection moulding using Six Sigma: Case study	2019	International Journal of Industrial and Systems Engineering	0,000	0,273	21	56
19	Pavlović, D. / Todorović, M. / Mladenović, S. / Milosavljević, P.	The role of quality methods in improving education process: Case study	2014	Serbian Journal of Management	0,270	0,000	42	52
20	Panat, R., Dimitrova, V., Selvamuniandy, T.S., Ishiko, K. and Sun, D.	The application of Lean Six Sigma to the configuration control in Intel's manufacturing R&D environment	2014	International Journal of Lean Six Sigma	3,329	0,000	40	50
21	John, B. and Subhani, S.M.	A modified control chart for monitoring non-normal characteristics	2020	International Journal of Productivity and Quality Management	0,000	0,334	9	49
22	Montgomery, D.C. and Borrór, C.M.	Systems for modern quality and business improvement	2017	Quality Technology and Quantitative Management	3,134	0,000	23	48
23	Guleria, P., Pathania, A., Shukla, R.K. and Sharma, S.	Lean six-sigma: Panacea to reduce rejection in gear manufacturing industry	2021	Materials Today: Proceedings	0,000	0,341	3	48
24	Uluskan, M. and Oda, E.P.	A thorough Six Sigma DMAIC application for household appliance manufacturing systems: Oven door-panel alignment case	2020	TQM Journal	0,000	0,537	7	47
25	Bottani, E., Montanari, R., Volpi, A., Tebaldi, L. and Maria, G.D.	Statistical Process Control of assembly lines in a manufacturing plant: Process Capability assessment	2021	Procedia Computer Science	0,000	0,537	1	46
26	Mjimer, I., Aoula, E.-S. and Achouyab, E.L.H.	Monitoring of overall equipment effectiveness by multivariate statistical process control	2021	International Journal of Lean Six Sigma	3,329	0,000	0	45
27	Luo, W.-J., Chen, K.-S., Yu, C.-M. and Hsu, T.-H.	The fuzzy process quality evaluation model for the stb quality characteristic of machining	2020	Applied Sciences (Switzerland)	2,679	0,000	5	45
28	Sanchez-Marquez, R. and Jabaloyes Vivas, J.M.	Multivariate SPC methods for controlling manufacturing processes using predictive models – A case study in the automotive sector	2020	Computers in Industry	7,635	0,000	3	43

29	Conceicao, R.S., Pariz, M.C., da Silva, V.L., de Genaro Chirolí, D.M. and Aragao, F.V.	LEAN SIX SIGMA: IMPLEMENTATION OF IMPROVEMENTS TO THE INDUSTRIAL COST MANAGEMENT	2019	Independent Journal of Management & Production	0,110	0,000	7	42
30	Joghee, R.	Control chart for high-quality processes based on Six Sigma quality	2017	International Journal of Quality & Reliability Management	0,610	0,000	16	41
31	Tucci, H.N.P. and Oliveira Neto, G.C.	Analysis of application of Six Sigma in refuelling process in Brazilian airline	2019	Aeronautical Journal	0,818	0,000	3	38
32	Kalpaxidis, P.G., Besseris, G.J. and Stergiou, C.I.	Six sigma tolerance analysis for functionality and assemblability: Designing locking systems	2019	International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage	0,000	0,225	1	36
33	Mahesh, M., Wong, Y.S., Fuh, J.Y.H. and Loh, H.T.	A six-sigma approach for benchmarking of RP&M processes	2006	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	3,226	0,000	65	35
34	Alicia Esther, Q., María Virginia, P. and Ricardo Néstor, C.	Desempeño de cartas de control estadístico con límites bilaterales de probabilidad para monitorear procesos Weibull en mantenimiento	2015	Ingeniería, Investigación y Tecnología	0,000	0,000	20	35
35	Zhang, H.Y., Shamsuzzaman, M., Xie, M. and Goh, T.N.	Design and application of exponential chart for monitoring time-between-events data under random process shift	2011	International Journal of Advanced Manufacturing Technology	3,226	0,000	38	33
36	Tuna, S.	Keeping track of garment production process and process improvement using quality control techniques	2018	Periodicals of Engineering and Natural Sciences	0,000	0,389	3	33
37	Doshi, J.A. and Desai, D.	Overview of Automotive Core Tools: Applications and Benefits	2017	Journal of The Institution of Engineers (India): Series C	0,000	0,311	8	33
38	Ravichandran, J.	Six Sigma-based X-BAR control chart for continuous quality improvement	2016	International Journal for Quality Research	0,240	0,000	13	33
39	Goh, T.N. and Xie, M.	Statistical control of a Six Sigma process	2003	Quality Engineering	2,066	0,000	77	32
40	Biehl, R.E.	Six sigma for software	2004	IEEE Software	2,967	0,000	71	31
41	Rantamäki, J., Tiainen, E.-L. and Kässi, T.	A case of implementing SPC in a pulp mill	2013	International Journal of Lean Six Sigma	3,329	0,000	25	30
42	Mataragas, M., Drosinos, E.H., Tsola, E. and Zoiopoulos, P.E.	Integrating statistical process control to monitor and improve carcasses quality in a poultry slaughterhouse implementing a HACCP system	2012	Food Control	1,490	0,000	30	30
43	Natarajan, M., Mohan, N.V., Devadasan, S.R. and Thilak, V.M.M.	Quality and reliability improvement in new product development - A case study in a pneumatic filter manufacturing company	2018	International Journal of Business Excellence	0,000	0,293	0	30

Fonte: Autoria Própria (2022)

Onde: Índice* = Índice *InOrdinatio* – valor aproximado.