

Lean Six Sigma e Tecnologia da Informação: Um estudo bibliométrico na base Microsoft Academic

William Honorato¹; Marcelo Okano²

Resumo - O foco deste artigo foi identificar a produção científica acadêmica relacionada a metodologia *Lean Six Sigma* (LSS) aplicada ao setor da Tecnologia da Informação, no período de 2008 a 2020 na base Microsoft *Academic*, buscando avaliar se existe uma lacuna. Utilizando o método bibliométrico para o levantamento dos artigos relacionados. Foram encontrados 21 trabalhos publicados que possuem relação principal com os tópicos *Lean Six Sigma* e *Information Technology* simultaneamente, dentre 328 publicações. Um teste de hipótese foi realizado para avaliar se a quantidade de trabalhos na área de IT é estatisticamente menor do que em outras áreas ao longo do tempo, definindo este parâmetro como um indicativo de lacuna. O teste foi significativo, sugerindo espaço para o aprofundamento acadêmico e prático sobre a utilização da metodologia LSS na área de tecnologia da informação.

Palavras-chave: Lean Seis Sigma, Tecnologia da Informação, Estudo Bibliométrico.

Abstract – The research focus was to identify the academic scientific production related to the *Lean Six Sigma* (LSS) methodology applied to the Information Technology sector, in the period from 2008 to 2020 in the Microsoft *Academic* database, seeking to assess whether there is a gap. Using the bibliometric method to survey related articles. There were 21 published works that have a main relationship with the topics *Lean Six Sigma* and *Information Technology* simultaneously, among 328 publications. A hypothesis test was carried out to assess whether the amount of work in the IT area is statistically lower than in other areas over time, defining this parameter as an indication of a research gap. The test was significant, suggesting space for academic and practical deepening on the use of the LSS methodology in information technology area.

Keywords: *Lean Six Sigma*, Information Technology, Bibliometric Study.

1. Introdução

O *Lean Six Sigma* é uma metodologia de excelência operacional que demonstra resultados consistentes, principalmente nos setores industrial e de

¹ Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - william.honorato@cspso.sp.gov.br

² Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza - marcelo.okano@cspso.sp.gov.br

saúde, propiciando aumento da eficiência e eficácia de processos em diversas aplicações ao longo de quase três décadas (SHAMSI; ALAM, 2018).

Sopanrao e Deshmukh (2018) mostram que mais de 4000 trabalhos sobre o Lean Six Sigma foram publicados entre 2007 e 2018, em 24 países, abrangendo 25 áreas de pesquisa. O Brasil aparece na 18ª posição entre os principais pesquisadores. As áreas foco são saúde, manufatura e indústrias, a aplicação em Tecnologia da Informação (TI) está na 9ª posição (SHOKRI, 2017).

O estudo busca identificar lacunas, utilizando como método a bibliometria e a análise de hipótese estatística, procurando compreender qual a tendência das publicações acadêmicas. Assim é definida a questão de pesquisa: Existe oportunidade para aprofundamento do estudo da metodologia *Lean Six Sigma* na área de TI?

Assim foram definidas duas hipóteses a serem estudadas neste trabalho:

- Hipótese nula: Não existe lacuna ou oportunidade de aprofundamento com base no resultado do estudo bibliométrico.
- Hipótese alternativa: Existe uma lacuna ou oportunidade de aprofundamento na Metodologia *Lean Six Sigma* nas operações de TI, com base no estudo bibliométrico.

O objetivo desta pesquisa é mapear a produção científica sobre *Lean Six Sigma* e sua relação com a TI na base de dados do Microsoft Academic, considerando o período de 2008 a 2020, avaliando se existe uma lacuna.

A melhoria contínua de processos na área TI permanece um desafio, mesmo após a incorporação de metodologias de melhoria provenientes de outros setores, como as áreas industrial e médica.

O alicerce para a melhoria contínua operacional é estabelecer e medir os processos por meio de KPIs ou CTQs, utilizando métricas como insumos nas metodologias de melhoria contínua, no entanto, conforme descrito por Berrahal e Marghoubi (2016) apenas 52% dos sistemas de gestão de serviços de TI são implementados com efetividade. Jantti e Cater-Steel (2017) destacam que o consumo de TI como um serviço requer que processos antes não definidos, sejam mapeados, controlados e melhorados de forma contínua, respondendo a indicadores como o *Net Promoter Score*. Assim, considerando os fatores de insucesso dos programas de melhoria operacional em TI, as metodologias poderiam ser adequadas, incorporando elementos remediadores.

2. Referencial Teórico

Foram abordados de forma sucinta os referenciais relacionados a análise bibliométrica, análise estatística de hipóteses e a base Microsoft Academic.

2.1 *Lean Six Sigma*

Shamsi e Alam (2018) descrevem o *Lean Six Sigma* como uma metodologia utilizada para aumentar a performance de negócios por meio da melhoria de processos, com base no estudo de *KPIs*, com foco em qualidade, melhoria da satisfação dos clientes e maximização do valor. De forma prática, une o conceito de produção enxuta e redução de desperdícios do *Lean*, na escola japonesa de produção, com o controle quantitativo da média e do desvio padrão dos resultados operacionais e análise de causa raiz, contidos no *Six*

Sigma, criado na Motorola nos anos 80. As metodologias se juntaram de forma complementar na decana de 90 na General Electric nos Estados Unidos.

2.2 Estudo Bibliométrico

A bibliometria é a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos para avaliação de produções acadêmicas (CHUEKE; AMATUCCI, 2015). O estudo bibliométrico é uma ferramenta quantitativa que visa minimizar a subjetividade inerente à indexação e recuperação de informações, produzindo conhecimento em uma determinada área (GUEDES; BORSCHIVER, 2005) e como metodologia busca documentar os padrões de publicações, considerando as referências que citam em seus trabalhos e as em que são citados (HEBERGER; CHRISTIE; ALKIN, 2010). A bibliometria é uma abordagem estatística que permite mapear e gerar diferentes indicadores de tratamento e gestão da informação e do conhecimento (GUEDES; BORSCHIVER, 2005). Na definição da bibliometria como método, respeitou-se as leis de Bradford e Lotka, onde a Lei de Bradford analisa a produtividade de periódicos, a Lei de Lotka analisa a produtividade científica de autores (GUEDES; BORSCHIVER, 2005).

2.3 Análise estatística de resultados de pesquisa

A análise estatística dos resultados observados em estudos acadêmicos é uma ferramenta de importância para validação de hipóteses, além de ser um meio de extrair as percepções de uma amostra para uma população (NORMANDO; TJÄDERHANE; QUINTÃO, 2010).

Normando et al. (2010) listam a sequência para condução de estudos estatísticos, iniciando pela classificação do tipo dos dados, entendendo qual a distribuição dos dados ao longo do tempo e os tipos de amostras observadas.

É importante escolher o melhor método de acordo com o objetivo, que pode ser: examinar a normalidade da distribuição, comparar diferenças nas amostras, realizar testes de correlação entre variáveis, realizar avaliação de erros nos modelos e testes e ainda escolher de forma apropriada os gráficos para apresentação dos resultados (NORMANDO; TJÄDERHANE; QUINTÃO, 2010).

Badii et al. (2012) sugerem testes de medidas de posição para mais de 2 amostras e grupos independentes. O teste de média para distribuições paramétricas e o teste de mediana para distribuições não paramétricas.

2.4 Microsoft *Academic* uma máquina de pesquisa semântica

Microsoft *Academic* (MA) é uma base de dados de acesso aberto lançada em 2017, possui abrangência de publicações de alto nível, equivalente a Scopus, *Web of Science*, Crossref e *Google Scholar* (HARZING, 2019), mas com diferença na indexação, não se baseando na busca por palavras chave.

O MA utiliza *Machine Learning* e inferência semântica, para não depender da qualidade da busca realizada pelo usuário (THELWALL, 2018). A MA utiliza linguagem natural para entender o tipo de conhecimento contido em cada documento, a inferência semântica é aplicada no entendimento da intenção do pesquisador, o motor de busca relaciona a intenção do usuário com as entidades

contidas nos documentos. As entidades são autor, instituição, título do artigo, periódico, tópico e conferência (THELWALL, 2018).

Destaca-se neste trabalho a entidade tópico, que é a área de pesquisa identificada automaticamente pelo algoritmo da MA.

3. Método

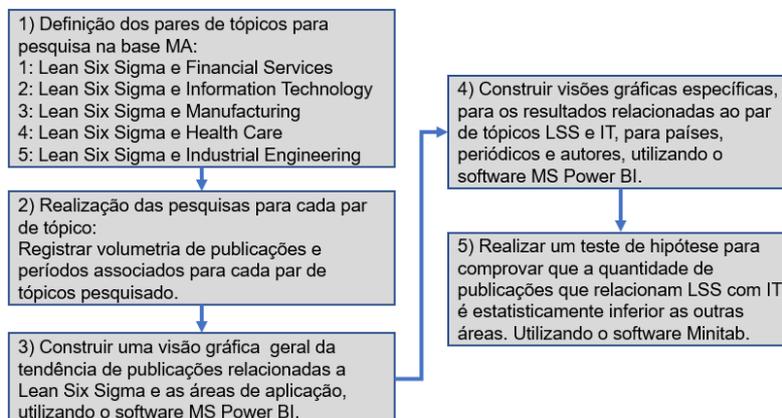
O método segue o tipo pesquisa exploratória, com foco em publicações acadêmicas, utilizando o procedimento de análise bibliométrica. Os resultados serão explorados através de testes estatísticos

A base de dados Microsoft *Academic* foi definida, buscando colher os benefícios de seus algoritmos de Machine Learning e volumetria de publicações relacionadas à tecnologia da informação com mais de 226 mil trabalhos.

Por meio da pesquisa bibliométrica foi levantada a distribuição dos trabalhos acadêmicos associados por ano e sua volumetria, a identificação dos periódicos, a separação de artigos mais relevantes por quantidade de citações.

Como filtros foram escolhidas as duplas de tópicos para pesquisa, para comparação dos resultados por dupla, “*Lean Six Sigma*” é o tópico principal, os tópicos de relacionados foram “*Information Tecnology*”, “*Financial Services*”, “*Manufacturing*”, “*Health Care*” e “*Industrial Engineering*”. Foi considerado o período de 2008 a 2020, para obtenção de uma amostra significativa, as etapas seguem conforme Figura 1.

Figura 1 – Etapas de pesquisa



Fonte: O autor.

O Quadro 1 apresenta os resultados para os grupos de pesquisas.

Quadro 1 – Termos de buscas aplicados e resultados

Base	Tópicos de Pesquisa	Filtros	Quantidade
Microsoft <i>Academic</i>	Lean Six Sigma e Information Technology	Tipo: Journal, patente, conference. Período: 2008-2020.	21
Microsoft <i>Academic</i>	<i>Lean Six Sigma e Financial Services</i>	Tipo: Journal, patente, conference. Período: 2008-2020.	16
Microsoft <i>Academic</i>	Lean Six Sigma e Manufacturing	Tipo: Journal, patente, conference. Período: 2008-2020.	69
Microsoft <i>Academic</i>	Lean Six Sigma e Health Care	Tipo: Journal, patente, conference. Período: 2008-2020.	180

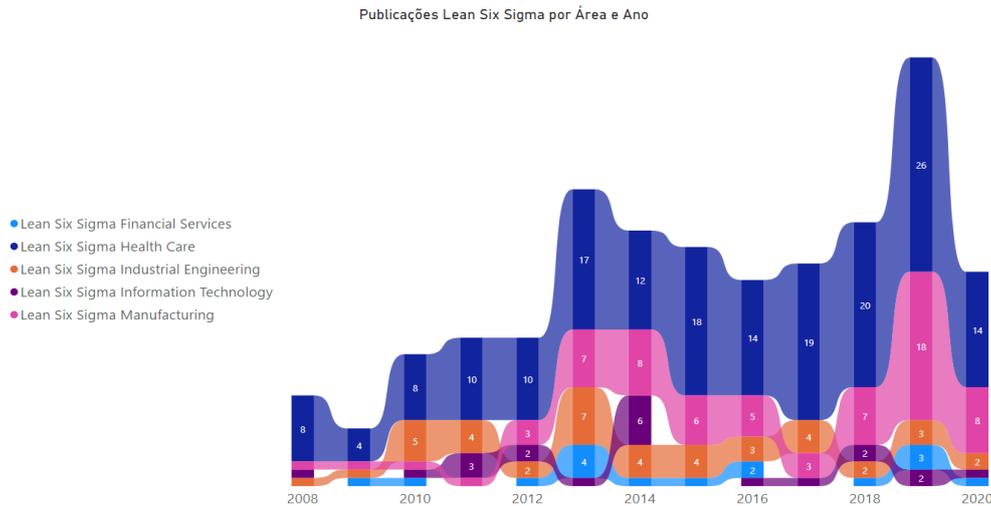
Microsoft <i>Academic</i>	Lean Six Sigma e Industrial Engineering	Tipo: Journal, patente, conference. Período: 2008-2020.	42
------------------------------	--	--	----

Fonte: Resultado de pesquisa base Microsoft *Academic*.

4. Resultados e Discussão

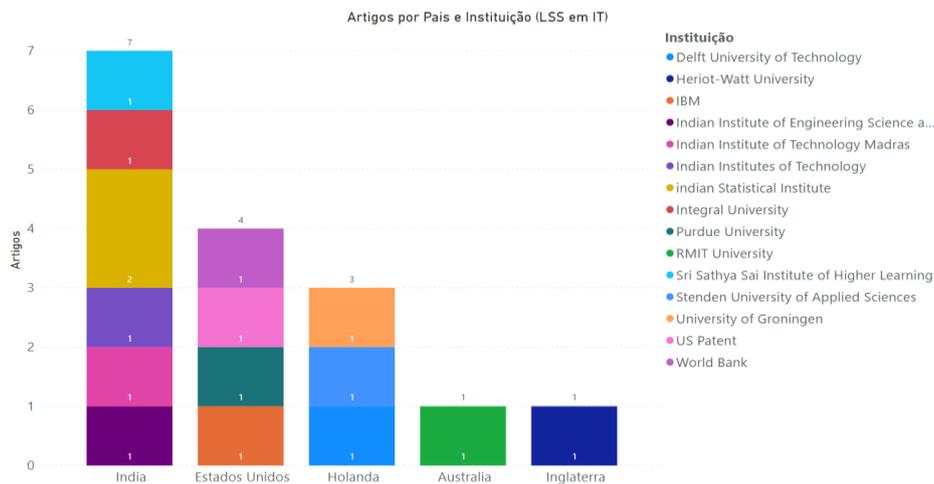
Foram identificados 328 artigos que relacionam a metodologia com as áreas de aplicação, a evolução anual das publicações sobre o tema deste estudo é apresentada na Figura 2. A Figura 3 apresenta os principais países que publicaram sobre a metodologia LSS aplicada a TI.

Figura 2 – Publicações por Área de aplicação do LSS por Ano.



Fonte: Resultado de pesquisa base Microsoft *Academic*.

Figura 3 – Países com mais publicações sobre os tópicos LSS e IT 2008 a 2020.



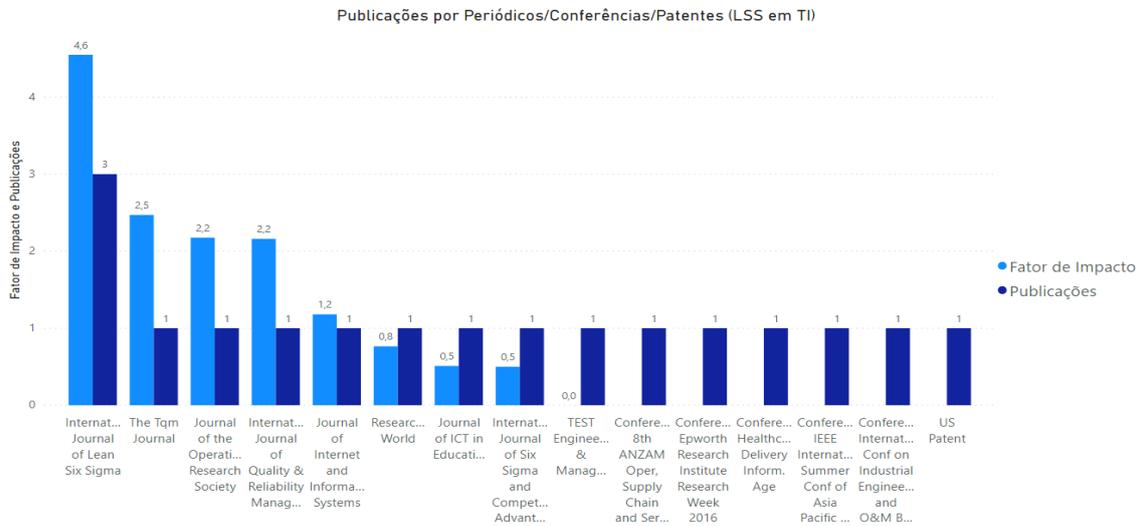
Fonte: Resultado de pesquisa base Microsoft *Academic*.

Observa-se que no período de 2008 a 2020, existe uma tendência de crescimento de produções, com foco em saúde, indústria e manufatura. Relacionado a LSS e TI foram publicados 1,6 artigos por ano.

Estes artigos estão publicados em 9 periódicos, 5 conferências e uma patente americana, o periódico com maior representatividade é o *Internacional*

Journal of Lean Six Sigma com 3 artigos publicados, 14,3% do total de artigos, possuindo um fator de impacto 4,6, conforme Figura 4.

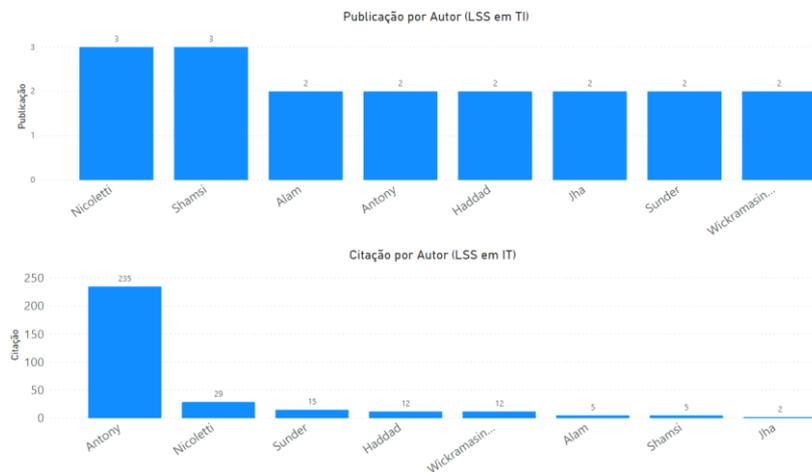
Figura 4 – Periódicos e Conferências sobre os tópicos LSS e IT 2008 a 2020.



Fonte: Resultado de pesquisa base Microsoft *Academic*.

Estes trabalhos foram escritos por 34 autores. Definindo como número mínimo duas publicações no período, restam 8 autores. Com maior quantidade de citações sobre a temática LSS em IT destacam-se, Jiju Antony e Bernardo Nicoletti, como visto na Figura 5.

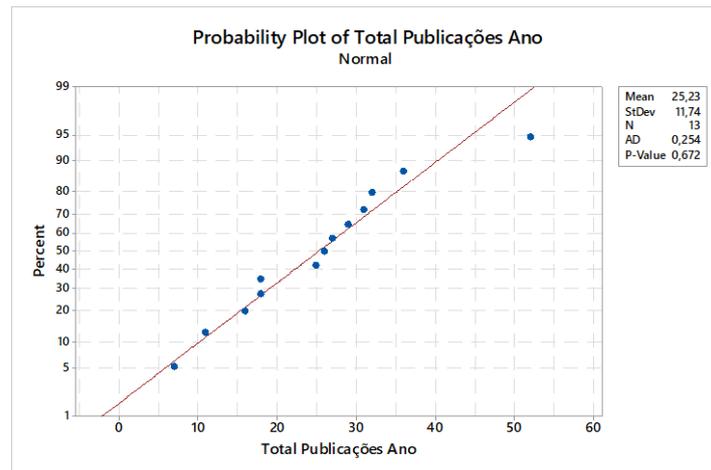
Figura 5 – Produção dos Autores sobre os tópicos LSS e IT 2008 a 2020.



Fonte: Resultado de pesquisa base Microsoft *Academic*.

Para a realização do teste de hipótese, primeiramente foi validada a normalidade da distribuição dos dados, constatando $p\text{-value} > 0,05$, conforme Figura 6.

Figura 6 – Teste de Normalidade, amostra de 328 publicações, de 2008 a 2020.



Fonte: teste realizado pelo autor software Minitab.

Foi realizado um teste de igualdade de variâncias Barlett, conforme Figura 7.

Figura 7 – Teste de Igualdade de variâncias, 328 publicações, de 2008 a 2020.

Test for Equal Variances: Artigos versus Área

```

Null hypothesis          All variances are equal
Alternative hypothesis   At least one variance is different
Significance level      α = 0,05
Bartlett's method is used. This method is accurate for normal data only.
95% Bonferroni Confidence Intervals for Standard Deviations

```

Área	N	StDev	CI
Lean Six Sigma Financial Services	13	1,16575	(0,75911; 2,3033)
LSS Health Care	13	6,03940	(3,93274; 11,9329)
LSS Industrial Engineering	13	1,69085	(1,10105; 3,3408)
LSS Information Technology	13	1,55662	(1,01364; 3,0756)
LSS Manufacturing	13	4,71495	(3,07028; 9,3160)

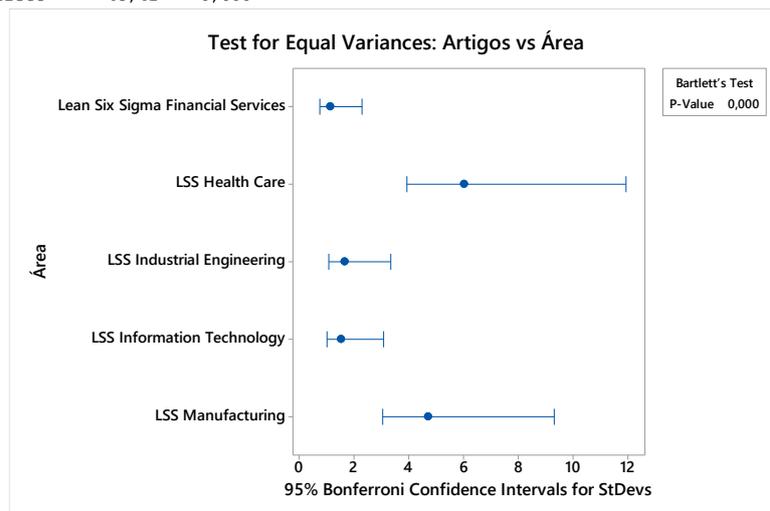
Individual confidence level = 99%

```

Tests

```

Method	Statistic	P-Value
Bartlett	45,42	0,000



Fonte: teste realizado pelo autor software Minitab.

Assumindo a distribuição normal, para mais de 2 variáveis dependentes, sendo cada variável uma área de aplicação do LSS. Foi constatado *p-value* <0,05, portanto as variâncias são diferentes.

Como as variâncias são diferentes foi feito um teste não paramétrico para validação da hipótese, o $p\text{-value} < 0,05$ significa que existe diferença no resultado da variável independente em função das variáveis dependentes, conforme Figura 8. Considerando que Manufatura e indústria são áreas naturalmente correlacionadas, temos por inferência no gráfico de Box Plot, que as áreas Financeira e TI apresentam medianas significativamente menores do que as outras.

Figura 8 – Teste de Mood para mediana, 328 publicações, de 2008 a 2020.

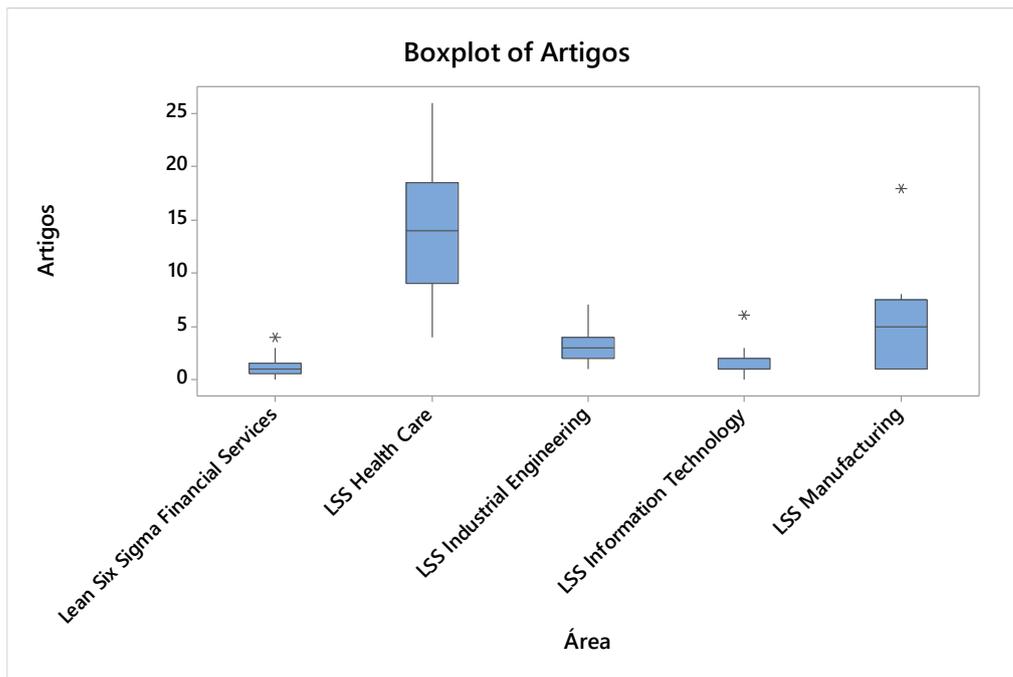
Mood Median Test: Artigos versus Área

Mood median test for Artigos
 Chi-Square = 31,12 DF = 4 P = 0,000

Área	N≤	N>	Median	Q3-Q1
Lean Six Sigma Financial Services	12	1	1,0	1,0
LSS Health Care	0	13	14,0	9,5
LSS Industrial Engineering	7	6	3,0	2,0
LSS Information Technology	12	1	1,0	1,0
LSS Manufacturing	6	7	5,0	6,5

Individual 95,0% CIs

Overall median = 3,0



Fonte: teste realizado pelo autor software Minitab.

5. Considerações finais

A pergunta de pesquisa foi respondida com efetividade, evidenciando a oportunidade de aprofundamento acadêmico e prático na utilização do LSS em TI, tomando como base o indicativo de lacuna associado a baixa publicação histórica sobre o tema em TI versus setores mais maduros.

A hipótese alternativa foi validada, considerando a baixa média de publicações que relacionam LSS com TI, versus as principais áreas historicamente relacionadas com a metodologia, como saúde, manufatura e indústria, por meio do teste de diferenças de medianas, atingindo os objetivos deste trabalho.

Portanto, existe a possibilidade de aprofundamento no estudo da metodologia Lean Six Sigma na aplicação da área de TI, quando considerada a volumetria de publicações no tempo como indicativo de lacuna. O teste também revelou um resultado não esperado, mostrando que também existe oportunidade para investigação no setor financeiro, assim como o setor de TI, apresenta uma quantidade de publicações estatisticamente menor do que as principais áreas.

A base de dados Microsoft *Academic* se mostrou satisfatória, disponibilizando análises por meio de uma série de visões, que relacionam as entidades obtidas pelos algoritmos com os termos de busca do usuário. Os dados encontrados foram avaliados estatisticamente, quanto a tendência de publicações da metodologia LSS na área de Tecnologia da Informação.

Como possibilidade de expansão da pesquisa, pode-se considerar a seleção dos principais artigos levantados para realização de avaliações qualitativas de seus conteúdos, buscando identificar elementos que se relacionam com lacunas ou fatores de insucesso. Uma limitação foi a utilização de apenas uma base de dados é possível então incluir mais bases e replicar os mesmos métodos ampliando a amostra com publicações não contempladas neste estudo. Uma outra análise qualitativa poderia ser realizada, com foco no entendimento do motivo da existência de *outliers*, anos com picos de publicações que diferem de sua mediana histórica, conforme Figura 8.

Referências

BADII, MH; GUILLEN, A; ARAIZA, LA; CERNA, E; VALENZUELA, J; LANDEROS, J. Métodos No-Paramétricos de Uso Común. Revista Daena (International Journal of Good Conscience). 2012 Apr 1;7(1).

BERRAHAL, W.; MARGHOUBI, R. *Lean continuous improvement to information technology service management implementation: Projection of ITIL framwork. International Conference on Information Technology for Organizations Development. 2016.*

CHUEKE, Gabriel Vouga; AMATUCCI, Marcos. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. Internext, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2015.

GUEDES, Vânia L. S.; BORSCHIVER, Suzana. Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica. VI CIFORM - UFBA, Salvador, p. 1–18, 2005. Disponível em: <http://www.ciform-antiores.ufba.br/vi_anais/docs/VaniaLSGuedes.pdf >. Acesso em: 2 jun. 2019.

HARZING, A. *Two new kids on the block: How do Crossref and Dimensions compare with Google Scholar, Microsoft Academic, Scopus and the Web of Science?*. *Scientometrics* 120, 341–349. 2019.

HEBERGER, Anne E.; CHRISTIE, Christina A.; ALKIN, Marvin C. *A bibliometric analysis of the academic influences of and on evaluation theorists' published works*. *American Journal of Evaluation*, v. 31, n. 1, p. 24-44, 2010. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/228457135_A_Bibliometric_Analysis_of_the_Academic_Influences_of_and_on_Evaluation_Theorists'_Published_Works>. Acesso em: 2 jun. 2019.

JANTTI, Marko; CATER-STEEL, Aileen. *Proactive Management of IT Operations to Improve IT Services*. *JISTEM J.Inf.Syst. Técnol.. Manag.*, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 191-218, Aug. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-17752017000200191&lng=en&nrm=iso>. Acesso 29 de Agosto de 2020.

NORMANDO, David; TJÄDERHANE, Leo; QUINTÃO, Cátia Cardoso Abdo. "A escolha do teste estatístico-um tutorial em forma de apresentação em PowerPoint." *Dental Press Journal of Orthodontics* 15.1. 101-106. 2010.

SHAMSI, M. A., ALAM, A. *Exploring Lean Six Sigma implementation barriers in Information Technology industry*. *International Journal of Lean Six Sigma*. 2018.

SHOKRI, A. *Quantitative analysis of Six Sigma, Lean and Lean Six Sigma research publications in last two decades*. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 2017.

SOPANRAO, S Datta; DESHMUKH, Rahul K. *Analyses on the "Six Sigma" Methodological Approaches Tram in Web of Science database during 2007-2018*. 2018.

THELWALL, M. *Microsoft Academic automatic document searches: Accuracy for journal articles and suitability for citation analysis*. *Journal of Informetrics*, 12(1), 1–9. doi:10.1016/j.joi.2017.11.001. 2018.