

UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA SOBRE A APLICAÇÃO DO PENSAMENTO ENXUTO NA ENGENHARIA DE SOFTWARE

IUR CRISTINE MORAES

Acadêmica do Mestrado Profissional em Engenharia de Produção
Centro Universitário SOCIESC/UNISOCIESC
orcid.org/0000-0003-1827-3747
iurcristine@gmail.com

MEHRAN MISAGHI

Doutor pela Universidade de São Paulo – USP
Centro Universitário SOCIESC/UNISOCIESC
orcid.org/0000-0003-4927-2659
mehran@unisociesc.com.br

MARCO AURÉLIO DE OLIVEIRA

Doutor pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC
Centro Universitário SOCIESC/UNISOCIESC
orcid.org/0000-0002-3299-7453
marco.aurelio@unisociesc.com.br

RESUMO

Objetivo: O Pensamento Enxuto vem influenciando e promovendo transformações no campo da Engenharia de Software. O objetivo desta revisão sistemática é verificar o estado da arte dos estudos no desenvolvimento de software propostos pelos pesquisadores nos últimos 5 anos e que foram influenciados pela utilização do Pensamento Enxuto.

Design/Methodologia/Abordagem: Foram realizadas duas etapas: i) construção de um portfólio bibliográfico, por meio da utilização do instrumento de pesquisa denominado ProKnow-C; ii) análise bibliométrica.

Resultados: A análise bibliométrica permitiu analisar os artigos quanto aos autores, relevância dos artigos e os periódicos que mais publicaram sobre o assunto em discussão.

Originalidade/valor: A importância desse trabalho se justifica em uma contribuição para a temática e pelo estabelecimento de caminhos que possam ser seguidos por organizações que necessitam compreender e utilizar adequadamente o seu conhecimento para inovar.

Palavras-chave: ágil. pensamento enxuto. engenharia de software.

A BIBLIOMETRIC ANALYSIS ON THE APPLICATION OF SOFTWARE ENGINEERING ENXUTOUS THINKING

ABSTRACT

Goal: Lean thinking has been influencing and making transformations in the field of software engineering. The objective of this systematic review is to assess the state of the art on studies of software development proposed by researchers in the last 5 years and the studies that were influenced by the application of lean thinking as well.

Design: In order to address this objective, two main steps have been used: i) The construction of a bibliographic portfolio with a search tool known as ProKnow-C; ii) bibliometric analysis.

Results: The bibliometric analysis supported an analysis based on authors, the relevance of the articles and based on periodicals with more publications related to the subject being discussed.

Originality/value: The importance of this work is justified in a contribution to the theme and the establishment of paths that can be followed by organizations that need to understand and properly use their knowledge to innovate.

Keywords: agile. lean thinking. software engineering.

I INTRODUÇÃO

Segundo Holweg (2007), em meados de 1980 o Lean tornou-se público por meio da sua aplicação em um processo de gestão da produção e em um desenvolvimento de produto, ambos orientados pelo Instituto de Tecnologia de Massachussetts (MIT). Na ocasião, observou-se que a indústria japonesa estava produzindo automóveis com cerca da metade da mão de obra se comparada às montadoras americanas e com giros de estoque muito mais rápidos e de maior qualidade. O estudo conduzido pelo MIT observou que a indústria de carro japonesa Toyota identificou uma maneira melhor de fazer as coisas, com inventários mais baixos e transferindo a tomada de decisão para os trabalhadores da produção. Este sistema ficou conhecido como Produção Enxuta.

Para Womack e Jones (1990), o termo “Lean” foi popularizado globalmente pelo MIT e descreve qualquer prática de gestão ou desenvolvimento de produto eficiente que reduz desperdícios na sua cadeia.

Mais tarde, Womack, Jones e Roos (1996) expandiram o Lean para além das fronteiras da produção agrupando seus conceitos em cinco princípios: especificar valor na ótica do cliente, mapeamento de fluxo de valor, fluxo contínuo, produção puxada e busca pela perfeição. Esta nova abordagem intitulou-se de Pensamento Enxuto e migrou para diversas áreas da organização como: desenvolvimento de produto, vendas, marketing, recursos humanos, serviços e contabilidade gerando sucesso em diversas frentes (STONE, 2012).

Já na área da Tecnologia da Informação (TI), no que tange o campo da Engenharia de Software, tem se evidenciado há duas décadas considerável transformação no ambiente de desenvolvimento de software que foram influenciadas pelo Pensamento Enxuto (FITZGERALD; STOL, 2017).

Para Poppendieck e Cusumano (2012), a ênfase no uso do termo “Lean” no desenvolvimento de software se dá em função da redução dos desperdícios em termos de tempo e pessoa, concentrando-se em agregar valor ao cliente, enfatizando os benefícios de forma mais flexível, com processos leves e desenvolvimento iterativo. Em meados de 1990 elementos comuns de prática entre o sistema enxuto de produção Toyota e o estilo Microsoft iterativo ou desenvolvimento ágil foram identificados.

Os métodos ágeis tornaram-se mais evidentes desde que o Manifesto Ágil surgiu em 2001 como uma resposta à ineficiência das abordagens de desenvolvimento tradicional em ambientes

que exigiram uma rápida mudança (FOWLER; HIGHSMITH, 2001). De acordo com a literatura, os métodos ágeis denotam uma família de métodos: SCRUM (SCHWABER; BEEDLE, 2001), eXtreme Programming (BECK, 2004), Feature-Driven Development (COAD; PALMER, 2002), Dynamic Systems Development Method (DSDM, <http://www.dsdm.org>), Crystal Methods (COCKBURN, 2001), Kanban (ANDERSON, 2010), Lean Development (CHARETTE, 2003) and Adaptive Software Development (HIGHSMITH, 2002). Dentre eles, SCRUM e o híbrido XP/SCRUM são os métodos mais adotados há décadas (VERSION ONE, 2017). Segundo Poppendieck e Cusumano (2012), o primeiro passo para implantação de desenvolvimento de software enxuto é por meio da aplicação de métodos ágeis.

Diversas pesquisas acerca das práticas e abordagens do desenvolvimento de software enxuto e ágil têm sido realizadas, destacam-se pesquisas do tipo survey que compreendem levantamento sobre os tipos e maturidade das práticas aplicadas na indústria de software (GAROUSI *et al.*, 2015; LINDSJØRN, Y. *et al.*, 2016). Entretanto, após duas décadas de introdução das metodologias ágeis, o Pensamento Enxuto continua fomentando fortes influências na engenharia de software com novas abordagens, tais como DevOps, Integração Contínua, Lean Startup, entre outros (FITZGERALD; STOL, 2017).

Diante deste contexto, surge a motivação para o presente estudo, que é selecionar um conjunto de referências bibliométricas significativas sobre a aplicação do Pensamento Enxuto na engenharia de software e realizar análises bibliométricas a fim de possibilitar os pesquisadores terem acesso à informação suficiente para desenvolver pesquisas sobre este assunto.

Para o alcance deste propósito, faz-se uso como instrumento de intervenção de pesquisa o processo para revisão bibliográfica proposto por Ensslin *et al.* (2010a), com visão construtivista, denominado ProKnow-C (Knowledge Development Process - Constructivist), demonstrado nos trabalhos de (ENSSLIN *et al.*, 2012), (LACERDA *et al.*, 2011) e (AFONSO *et al.*, 2012). O método visa gerar conhecimento no pesquisador sobre o tema, culminando em um portfólio bibliométrico, identificação de quais são os artigos, periódicos e autores de destaque dentre os artigos selecionados.

Posterior à introdução, o restante deste artigo está estruturado em: breve descritivo sobre a metodologia utilizada, seguido do detalhamento do processo de construção do portfólio bibliométrico e exposição das conclusões. Por fim, são listadas as referências deste documento.

I DESENVOLVIMENTO

A metodologia de seleção do referencial bibliográfico ProKnow-C aplicada neste artigo consiste em uma série de procedimentos sequenciais que tem início com a definição do mecanismo de busca de artigos científicos, seguindo por uma série de procedimentos preestabelecidos até atingir a etapa de filtragem e seleção do portfólio bibliográfico relevante sobre o tema.

I.1 ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

O enquadramento metodológico desta pesquisa é apresentado sob o enfoque de seis visões: quanto à natureza da pesquisa; natureza do objetivo; abordagem do problema; coleta de dados; população e amostra.

No que tange à natureza, esta pesquisa é classificada como aplicada, pois se destina a investigar e demonstrar hipóteses sugeridas por modelos teóricos definidos. Neste sentido Appolinário (2004), relata que pesquisas aplicadas conduzem a resolução de problemas ou necessidades concretas e imediatas.

Quanto ao objetivo, considera-se explicativa uma vez que tem a finalidade de registrar, analisar e interpretar os fatos, na tentativa de identificar suas possíveis causas (GIL, 2010).

A respeito da forma de abordagem do problema, a pesquisa é classificada como qualitativa. De acordo com Martins (2012), no trabalho de uma pesquisa qualitativa, a realidade subjetiva dos indivíduos que colaboram para a pesquisa é considerada relevante e contribui para o desenvolvimento da pesquisa.

No que tange à coleta de dados, este trabalho é realizado com busca em base de dados, que compreendem os artigos científicos disponibilizados gratuitamente para download.

Quanto à população e à amostra, são consideradas integrantes da população-alvo todas as publicações científicas dos artigos que tenham relação com o tema de pesquisa e que estejam disponíveis.

2 PROCEDIMENTOS PARA CONSTRUÇÃO DO REFERENCIAL

O instrumento referenciado para construção do referencial teórico consiste em um conjunto de artigos alinhados ao tema de pesquisa e está subdividido em três subseções: i) processo de busca; ii) processo de seleção dos artigos que comporão o portfólio para a pesquisa; iii) análise

bibliométrica do portfólio de artigos para o referencial teórico em questão (ENSSLIN *et al.*, 2010).

2.1 PROCESSO DE BUSCA

Os procedimentos descritos na sequência foram realizados durante o período de Agosto a Setembro de 2017.

Para a composição do portfólio bibliográfico, verificou-se que para o presente artigo as bases de dados mais alinhadas ao eixo da pesquisa são: Scopus, Web of Science, ACM Digital Library, IEEE Explore e Springer Link conforme justifica na Tabela 1.

Tabela 1. Bases de dados selecionadas

<i>Science Direct</i>	Base de dados bibliográfica pertence à editora <u>Elsevier</u> . Disponíveis 3.164 periódicos/revistas até o momento.
<i>ACM Digital</i>	Base de dados bibliográfica abrangente focada exclusivamente no campo da computação.
<i>IEEE Explore</i>	Com mais de 3 milhões de documentos em texto completo, 160 revistas e mais de 2.600 normas técnicas aprovadas. O conteúdo abrange as áreas de Física, Ciência da Computação, Engenharias e outras áreas correlatas. As publicações têm cobertura desde 1872 até o presente.
<i>Springer Link</i>	É uma das bases de maior cobertura de revistas em Engenharia de Software, assim como de maior conferência no campo.

Fonte: os autores (2017)

Segundo Keele (2007), para formular uma string de busca considera-se a população, intervenção e resultado. A população incluiu palavras chaves alternativas que representam desenvolvimento de sistemas de software ou produto. A intervenção focou na medição, práticas, princípios e conceitos voltados para o Pensamento Enxuto. Assim, a *string* geral que será submetida à busca é apresentada a seguir, no formato de uma expressão lógica com os operadores OR e AND: “software AND (process OR Project OR management OR development OR engineering OR measure* OR metric *) AND title-abs-key (Lena or Kaizen or Kanban)”.

2.2 PROCESSO DE SELEÇÃO

Para facilitar a seleção de artigos, critérios para inclusão e exclusão foram definidos e seguidos mediante pesquisa realizada. Os seguintes critérios de inclusão foram identificados:

- CI1: Seleção de artigos em inglês;
- CI2: Relatos de estudo para engenharia de software voltados ao desenvolvimento enxuto;
- CI3: Seleção de artigos com no máximo 5 anos de publicação (2013 – 2017);
- CI4: Artigos disponíveis para download;

Após esta primeira etapa de triagem, critérios de exclusão foram aplicados sendo eles:

- CE1: Desenvolvimento de software é considerado como um tema secundário ou auxiliar;
- CE2: Influência dos princípios do Pensamento Enxuto não está explícito nos estudos;
- CE3: Considerar o termo “enxuto” e suas variações num diferente contexto da pesquisa;
- CE4: artigos duplicados;

Uma vez definida a string de busca e bases que se caracterizam pelo campo amostral, inicia-se o processo de seleção dos artigos que comporão o portfólio para construção do referencial teórico da pesquisa. Buscou-se assim os artigos publicados em periódicos de 2013 até Setembro 2017. A quantidade total de artigos encontrada é resultado das combinações de palavras-chave pesquisadas nos títulos e/ou nos resumos dos artigos. O conjunto de 3.411 artigos identificados passou a compor o banco de artigos bruto, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Banco de artigos bruto

Base de dados	Quantidade de artigos	Frequência
<i>Scopus</i>	1.811	53%
<i>Web of Science</i>	378	11%
<i>ACM Digital</i>	261	8%
<i>Science Direct</i>	582	17%
<i>IEEE Explore</i>	154	5%
<i>Springer Link</i>	225	6%
Total	3.411	100%

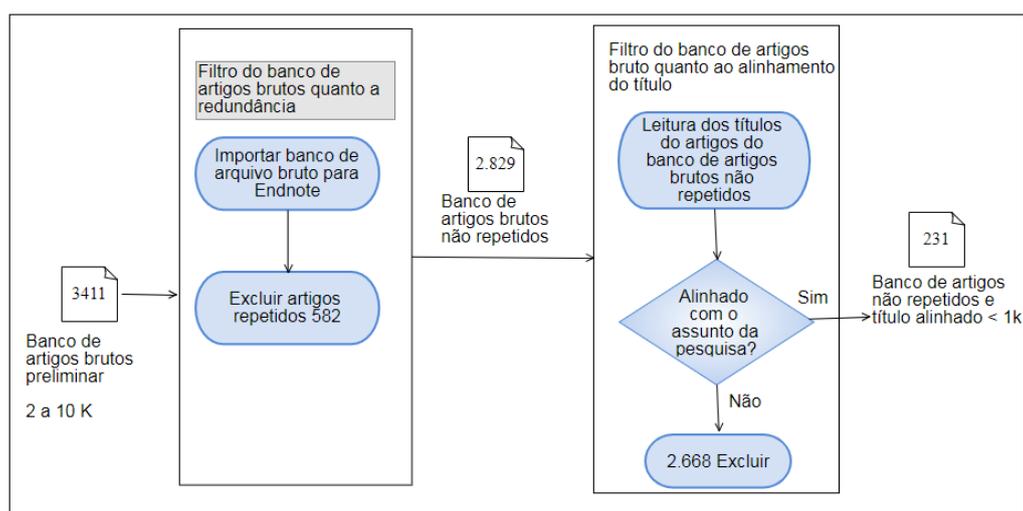
Fonte: os autores (2017).

Os periódicos obtidos em cada uma das bases de dados foram armazenados no software EndNote X8.0.1, ferramenta esta que facilita a manutenção do registro das informações que servem de base para a construção do referencial teórico.

A filtragem do banco de dados bruto é realizada em quatro etapas: i) no que se refere a redundância; ii) quanto ao alinhamento com o título; iii) quanto à relevância científica e vi) construção do referencial teórico.

A primeira etapa do processo diz respeito a redundância dos artigos e compreende a identificação e exclusão dos artigos que estão em duplicidade no banco de artigos brutos. Sendo assim, por meio do auxílio da ferramenta EndNote identificou-se 582 referências a serem excluídas da amostra. Uma vez realizadas as 582 exclusões, a biblioteca de artigos passou a compor 2.829 referências. Com as 2.829 referências, passou-se à leitura dos títulos destes artigos para identificar o alinhamento com a presente pesquisa. Após esta análise, 2.668 foram excluídas por não terem alinhamento com a pesquisa. Desta forma, restaram 231 referências a serem analisadas, conforme Figura 2.

Figura 2: Fragmento do processo de seleção artigos.



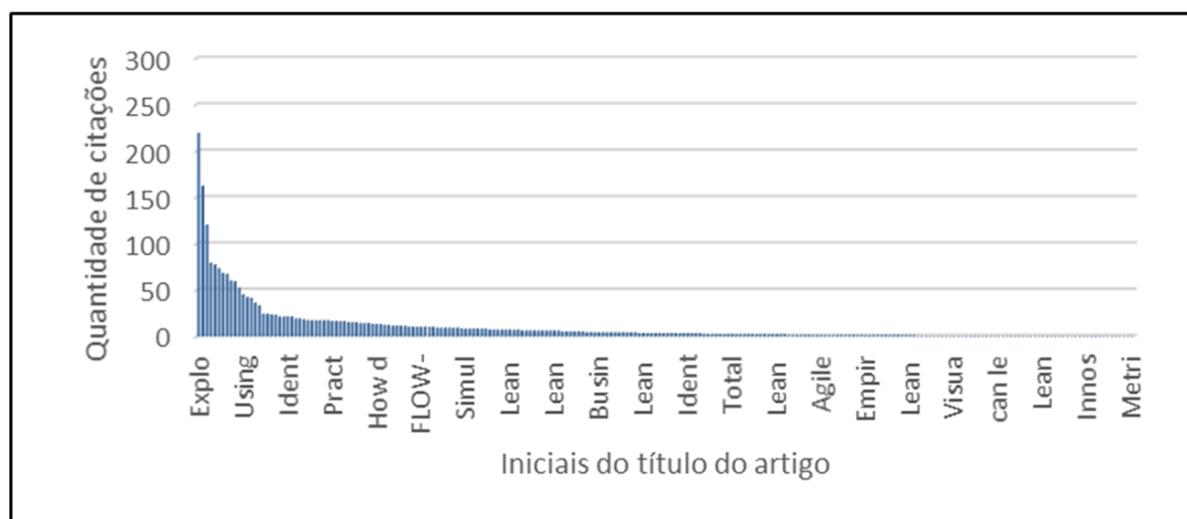
Fonte: Adaptado de Ensslin *et al.* (2010a).

Na sequência, as 231 referências foram analisadas pelo seu reconhecimento científico desde a sua publicação. Para efetuar esta análise, todas as referências foram consultadas na ferramenta Google Scholar (GOOGLE, 2017) quanto ao número de citações.

Estipulou-se o valor de corte que figure a seleção das referências mais citadas até que suas citações representem um valor superior a 85% de todas as citações obtidas. Esse percentual é definido pelo pesquisador (LACERDA *et al.*, 2012). Foram somadas 2.327 citações de todos os 231 artigos selecionados. Assim, os artigos que foram citados 8 vezes ou mais individualmente, representam 1.978 citações, ou seja, 85,90% de todas as citações das 231 referências até agora

selecionadas. Desta forma, o ponto de corte para aprovar artigos no que se refere à relevância científica foi definido como 8 citações ou mais. Por meio desta identificação, 71 artigos foram selecionados pelo número de citações, conforme observa-se no Gráfico 1.

Gráfico 1. Evidenciação do valor de corte de acordo com citações.



Fonte: os autores (2017)

Ressalta-se que os 159 artigos menos citados passarão por um processo de análise, pelos quais ainda poderão fazer parte do portfólio final de artigos que constituirão o referencial teórico da pesquisa.

A etapa seguinte foi a leitura dos resumos (*abstracts*) dos artigos selecionados para a verificação ao foco da pesquisa em questão. Dos 71 artigos analisados, 9 foram excluídos por não apresentarem alinhamento com o objetivo da pesquisa. Dessa forma, esses 63 artigos com reconhecimento científico e alinhados com o tema de pesquisa foram selecionados para compor o referencial teórico de forma estratégica.

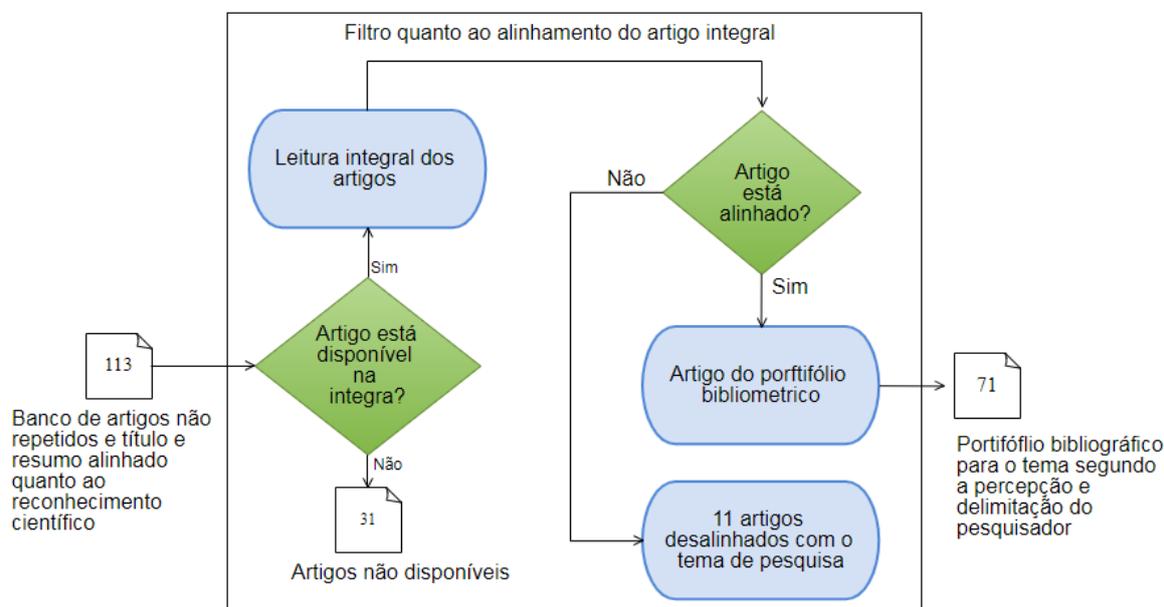
Para que algum artigo com menos citações seja selecionado para o portfólio final, definiu-se duas condições conforme o processo:

- Artigos publicados há menos de 2 anos da análise;
- Nos casos de artigos publicados há mais de dois anos, estes devem ser de autoria de algum pesquisador já presente no grupo dos 63 artigos alinhados quanto ao resumo e com relevância científica.

Assim, dos 159 artigos selecionados para o processo de reanálise, 50 artigos foram selecionados após leitura de seus resumos. A partir deste processo de re-análise dos artigos menos citados, foram selecionados 50 artigos que foram somados aos 63 artigos anteriormente selecionados, totalizando desta forma 113 artigos para o portfólio final.

Como procedimento final, passou-se então à leitura integral dos artigos para avaliar sua aderência ao tema de pesquisa. Dessa forma, dos 113 artigos previamente selecionados, 11 trabalhos foram excluídos por desalinhamento ao tema de pesquisa e 31 trabalhos foram excluídos por não estarem disponíveis para download. A Figura 3 explicita graficamente os procedimentos e atividades finais para composição do portfólio final dos 71 artigos.

Figura 3. Fragmento final do processo para seleção de artigos.



Fonte: Adaptado de Ensslin *et al.* (2010a)

2.3 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DO PORTFÓLIO

A análise bibliométrica do portfólio de artigos selecionados divide-se em três subseções:

- Análise bibliométrica dos artigos selecionados;
- Análise bibliométrica das referências dos artigos selecionados;
- Análise bibliométrica dos dados dos artigos selecionados.

2.3.1 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DOS ARTIGOS

A análise bibliométrica compreende a leitura integral dos artigos e para a sua análise numérica, três aspectos foram avaliados:

- Número de artigos por periódico, conforme apresentado no Gráfico 2;
- Reconhecimento científico pelo número de citações, está evidenciado nos APÊNDICES A, B e C. Neles pode-se visualizar o número de citações dos artigos selecionados, de acordo com o indicador de reconhecimento científico Google Scholar (Google, 2017). Do portfólio de 71 artigos, 66 foram selecionados pelo reconhecimento científico e seis pelo alinhamento com o tema de pesquisa. Desta forma, no APÊNDICE B verifica-se que o artigo mais citado tem como título Does Agile work? — An quantitative analysis of agile project success, de Serrador e Pinto (2015), com 107 citações. Após, tem-se o artigo com o título On the journey to continuous deployment: Technical and social challenges along the way, de CLAPS, G et al. (2015), com 61 citações. Como previsto, no APÊNDICE C mostra que os cinco últimos artigos foram os menos citados, sendo 4 destes publicados entre 2017. Porém em sua leitura integral, mostra que estes artigos estão alinhados com o tema definido na pesquisa e, portanto, devem compor o portfólio bibliométrico;
- Número de artigos por autor. Quanto a relevância dos autores, percebe-se que apenas os autores Maria Paasivaara, Nauman Bin Ali, Murray Cantor, Brian Fitzgerald, Joakim Pernstal tiveram dois de seus artigos selecionados para o portfólio final (Paasivaara, M. et al., Paasivaara, M., Bin Ali N. et al., Bin Ali N. et al.; Cantor M. et al., Cantor M. et al.; Fitzgerald B et al., Fitzgerald B. et al.; Pernstal J. et al., Pernstal J. et al.). Os demais autores tiveram apenas um de seus artigos selecionado.

Gráfico 2. Número de artigos por periódico



Fonte: os autores (2017).

2.3.2 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DAS REFERÊNCIAS DOS ARTIGOS SELECIONADOS

Com o intuito de identificar os autores, artigos, periódicos e palavras-chave que se destacaram no contexto desta pesquisa, foram registradas 983 referências citadas pelos 71 artigos que compõem o portfólio final. As referências identificadas foram analisadas sob os seguintes aspectos:

- i. Número de periódicos que publicaram os trabalhos, vide Gráfico 3;
- ii. Palavras-chave que ocorrem com maior frequência, vide Gráfico 4;
- iii. Número de artigos por autor, conforme apresenta o Gráfico 5;
- iv. Distribuição por ano de publicação, vide Gráfico 6;
- v. No que tange a análise dos autores, o processo de análise de referências bibliométricas do portfólio final destacou as contribuições de Pedro Serrador e Gerry Gerald Claps. No caso de Pedro Serrador, teve seu reconhecimento pela sua publicação referente ao survey realizado em projetos de diversas indústrias e países onde testou-se os efeitos das metodologias ágeis nas organizações sob dois aspectos de sucesso em projetos: eficiência e satisfação geral das partes interessadas em relação

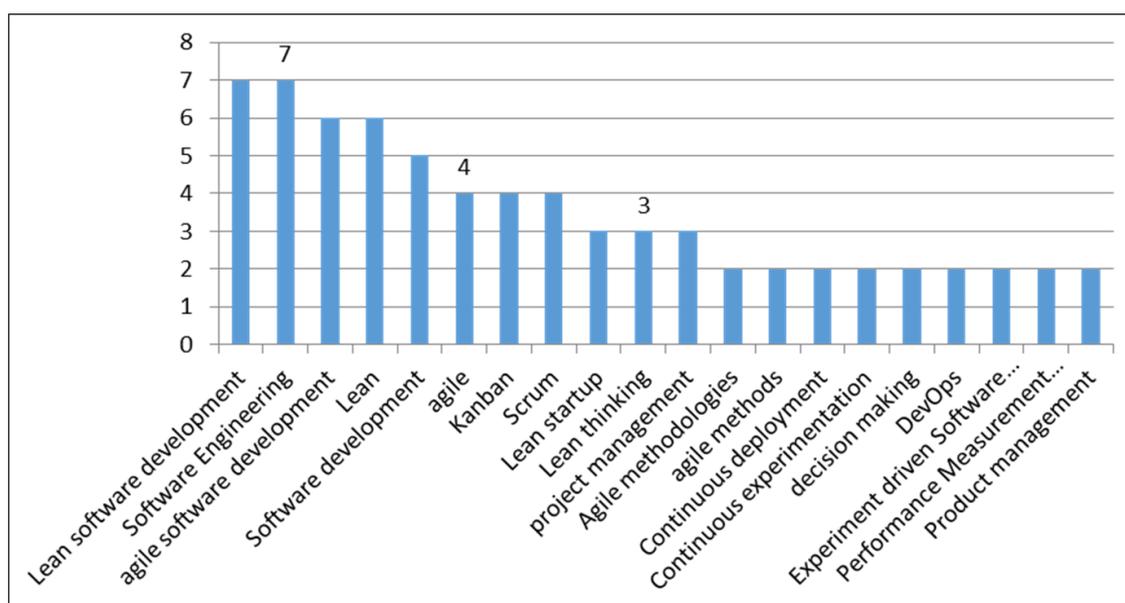
aos objetivos organizacionais. O reconhecimento de Gerry Gerard Claps deu-se pela sua contribuição do artigo que examinou os desafios enfrentados pelas organizações ao adotar a implantação contínua, bem como relacionou as estratégias para mitigar esses desafios.

Gráfico 3. Número de artigos por periódico



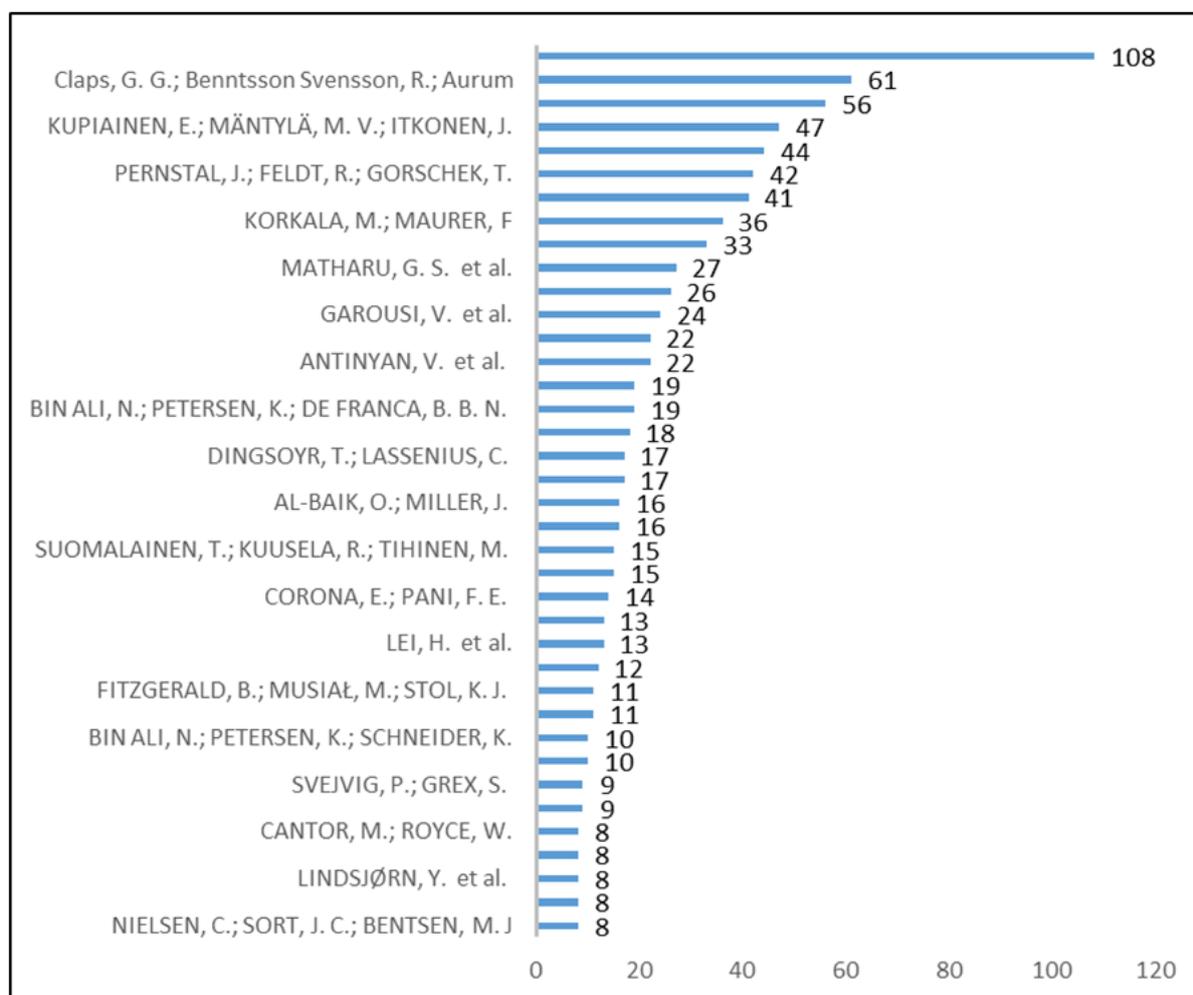
Fonte: os autores (2017).

Gráfico 4. Palavras-chave da pesquisa



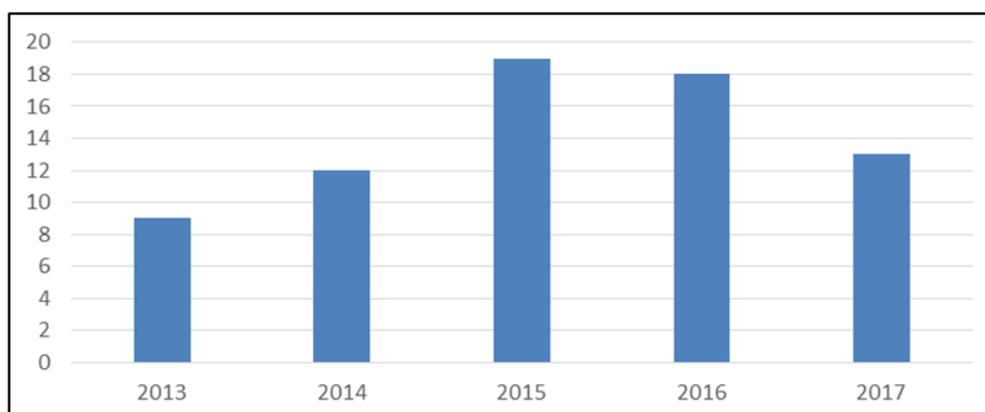
Fonte: os autores (2017).

Gráfico 5. Número de citações nas referências por autor.



Fonte: os autores (2017).

Gráfico 6. Distribuição por ano de publicação



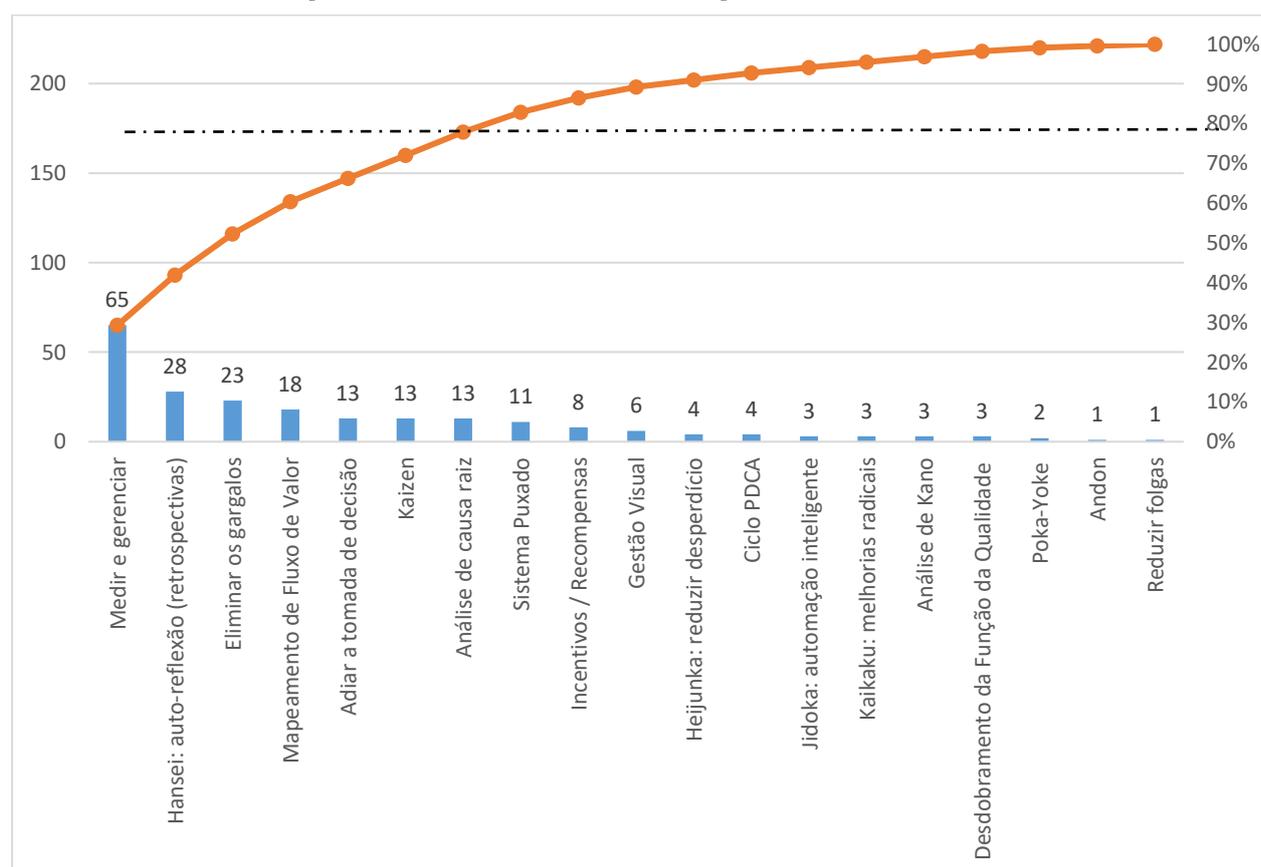
Fonte: os autores (2018).

2.3.3 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DOS DADOS DOS ARTIGOS SELECIONADOS

Com o objetivo categorizar os artigos em termos de abordagens enxutas, seguiu-se a classificação proposta por (WANG; CONBOY; CAWLEY;2012). Assim, para categorização dos dados empíricos, o APÊNDICE D exibe dezenove práticas específicas do Lean relevantes para o desenvolvimento de software.

O Gráfico 7 mostra que as práticas: Medir e Gerenciar, Hansei: auto-reflexão (retrospectivas), Eliminar os gargalos, Mapeamento de Fluxo de Valor, Adiar a tomada de decisão, Kaizen, Análise de causa raiz e Sistema Puxado aparecem com maior frequência, totalizando 80% do total da amostra dos artigos.

Gráfico 7 – Frequência de ocorrência das Práticas Lean para o desenvolvimento de Software



Fonte: os autores (2018).

3 CONCLUSÃO

O estudo evidenciou assim 71 artigos, que compuseram o portfólio de artigos com referencial teórico para o tema Pensamento Enxuto. Estes artigos passaram a ser considerados como os representantes do conhecimento publicado sobre o tema dada as delimitações expostas pelo pesquisador.

Analisando os gráficos de periódicos, existe um período de destaque tanto no portfólio, quanto nas referências do portfólio que é o *Journal of Systems and Software*, enquanto que o segundo foi *IEEE Explore*.

Referente aos autores do portfólio bibliométrico, destaca-se a contribuição dos autores Maria Paasivaara (Universidade de Tecnologia da Informação de Copenhagen), Nauman Bin Ali (Instituto de Tecnologia Blekinge – Suíça), Murray Cantor (Doutor da Indústria de software na Rational Software) , Brian Fitzgerald (Universidade Limeric da Irlanda), Joakim Pernstal (PHD da Indústria automotiva na Corporação Volvo de Carros) que, dentre a lista de pesquisadores dos artigos selecionados para o portfólio, eles são que possuem mais artigos publicados no conjunto total das referências. Os demais autores tiveram apenas um de seus artigos selecionado.

No que se refere ao artigo mais citado, teve destaque o trabalho “Does Agile work? — A quantitative analysis of agile project success”, de Serrador e Pinto (2015), com 107 citações. Após, destacou-se o artigo com o título “On the journey to continuous deployment: Technical and social challenges along the way”, de CLAPS, G *et al.*(2015), com 61 citações.

Foram identificados poucos artigos que descrevem a aplicação do Pensamento Enxuto na Engenharia de Software, três destaques foram evidenciados no portfólio: “Business process reengineering through lean thinking: A case study”; “Scrutinizing Lean Thinking and Agile Methodologies from practitioner's point of view”; “The Danish agenda for rethinking project management”. Pode-se constatar que o tema ainda é pouco explorado, abrindo assim oportunidades para trabalhos futuros.

Por meio da análise de dados, identificou-se as práticas Lean mais relevantes para o desenvolvimento de software: medir e gerenciar, hansei: auto-reflexão (retrospectivas), eliminar os gargalos, mapeamento de fluxo de valor, adiar a tomada de decisão, Kaizen, análise de causa raiz e sistema puxado, tendo como destaque o artigo “Continuous software engineering: A roadmap and agenda” onde 12 das 19 práticas foram identificadas. Este artigo sugere uma estrutura teórica científica validada para servir de base para futuras pesquisas e estudos que

estejam alinhados ao tema em questão, possibilitando assim como oportunidade para revisões de literatura e conhecimento do estado da arte.

As principais limitações deste artigo estão relacionadas às percepções do pesquisador. Mesmo seguindo uma metodologia detalhada, para determinar os artigos que seguem a análise seguiu-se da subjetividade do pesquisador para apoiar esta decisão assim, como recomendações para pesquisas futuras, o próximo passo está na aplicação das demais etapas do processo ProKnow-C que orienta a realização da análise sistêmica do conteúdo dos artigos selecionados na amostra, para que seja possível avançar na pesquisa da área e identificar lacunas teóricas.

REFERÊNCIAS

ANDERSON D.J.: Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business, Blue Hole Press, 2010.

APPOLINÁRIO, F. Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico. São Paulo: Atlas, 2004.

BECK. K. Extreme Programming Explained: Embrace Change, 2ed., Addison-Wesley, 2004.

CHARRETE, R.N. Challenging the fundamental notions of software development, Cutter Consort Exe Rep, 4(6), 2003.

COAD, P., PALMER, S. Feature-Driven Development. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ. 2002.

COCKBURN, A. Crystal Clear: A Human-Powered Software Development Methodology for Small Teams. Addison-Wesley, Reading, MA. 2001.

DSDM. Disponível em: <http://www.dsdm.org> (Acessado em Setembro, 2017).

ENSSLIN, L. et al. Avaliação do Desempenho de Empresas Terceirizadas com o Uso da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão- Construtivista. Revista Pesquisa Operacional, v. 30, n. 1, p. 125-152, 2010.

ENSSLIN, L. et al. ProKnow-C, Knowledge Development Process-Constructivist. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil, 2010a.

ENSSLIN, L., ENSSLIN, S. R., LACERDA, R. T. O., & TASCA, J. E. Processo de análise bibliométrica. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil. 2010a.

ENSSLIN, L., ENSSLIN, S. R., LACERDA, R. T. O., & TASCA, J. E. Processo de análise sistêmica. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil. (2010b).

ENSSLIN, L., ENSSLIN, S. R., LACERDA, R. T. O., & TASCA, J. E. Processo de Seleção de Portfólio Bibliográfico. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil. (2010c).

ENSSLIN, L., ENSSLIN, S. R., LACERDA, R. T. O., & TASCA, J. E. ProKnow-C, Knowledge Development Process-Constructivist. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brasil. (2010d).

ENSSLIN, L. et al. Um Estudo Sobre Segurança em Estádios de Futebol Baseado na Análise da Literatura Internacional; Perspectivas em Ciências da Informação; v.17, n.2, p. 71-91, 2012.

FITZGERALD, B.; STOL, K.-J. Continuous software engineering: A roadmap and agenda. Journal of Systems and Software, v. 123, p. 176-189, 2017.

FOWLER, M.; HIGHSMITH, J. The agile manifesto. Software Development, v.9, n.8, p.28-35, 2001.

GAROUSI, V. et al. A survey of software engineering practices in Turkey. Journal of Systems and Software, v. 108, p. 148-177, 2015.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOOGLE SCHOLAR. Disponível em: <http://scholar.google.com.br/> (Acessado em Setembro, 2017).

HIGHSMITH, J. Agile software development ecosystems, Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2002.

HOLWEG M. The Genealogy of Lean Production. Journal of Operations Management, 25(2):420–437, 2007.

KEELE, S. Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. In: (Ed.). Technical report, Ver. 2.3 EBSE Technical Report. EBSE: sn, 2007.

LACERDA, R. T. O. et al. Contribuições à Gestão Estratégica de Organizações quando Analisados na Visão de seu Desempenho. GESTÃO. Org-Revista Eletrônica Gestão Organizacional, v.2, n.9, 2011.

LACERDA, R. T. O. et al. Uma Análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. Gestão & Produção, v.19, n.1, 2012.

LINDSJØRN, Y. et al. Teamwork quality and project success in software development: A survey of agile development teams. Journal of Systems and Software, v. 122, p. 274-286, 2016.

- MARTINS, R. A. Abordagens quantitativa e qualitativa. Em: Miguel, P. A. C. (Org.). Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações. Rio de Janeiro: Elsevier, pp. 47-66, 2012.
- POPPENDIECK, M.; CUSUMANO, M. A. Lean Software Development: A Tutorial. IEEE Software, v. 29, n. 5, p. 26-32, 2012.
- SCHWABER K., BEEDLE M., Agile Software Development with Scrum, Prentice Hall, Upper Saddle River, 2001.
- STONE, K. B. Four decades of lean: a systematic literature review. International Journal of Lean Six Sigma, v. 3, n. 2, p. 112-132, 2012.
- TASCA, J. et al. An approach for selecting a theoretical framework for the evaluation of training programs. Journal of European Industrial Training, v.34, p. 631-655, 2010.
- VERSION ONE. Disponível em: <http://stateofagile.versionone.com/> (Acessado Setembro, 2017).
- WANG, X.; CONBOY, K.; CAWLEY, O. “Leagile” software development: An experience report analysis of the application of lean approaches in agile software development. Journal of Systems and Software, v. 85, n. 6, p. 1287-1299, 2012.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T. Lean thinking: Banish waste and create wealth in your organisation. Simon and Shuster, New York, NY, v. 397, 1996.
- WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. Machine that changed the world. Simon and Schuster, 1990.

APÊNDICE A - Reconhecimento científico dos artigos 2013 e 2014

Artigo	Título	Autores	Citação
1	The lean gap: A review of lean approaches to large-scale software systems development	Pernstal, J.; Feldt, R.; Gorschek, T.	42
2	Integrating Global Sites into the Lean and Agile Transformation at Ericsson	Paasivaara, M. et al.	17
3	A review of Lean-Kanban approaches in the software development	Corona, E.; Pani, F. E.	14
4	Lean software development measures and indicators - a systematic mapping study	M Feyh, K. P.	13
5	Goal-question-Kanban: Applying Lean Concepts to Coordinate Multi-level Systems Engineering in Large Enterprises	Turner, R.; Lane, J. A.	12
6	Lean management as a countermeasure for "Normal" disruptions	Marley, K. A.; Ward, P. T.	11
7	Levers of Management in University-Industry Collaborations: How project management affects value creation at different life-cycle stages of a collaboration	Nielsen, C.; Sort, J. C.; Bentsen, M. J	8
8	Adapting Agile Methodology to Overcome Social Differences in Project Members	Ozawa, H.; Zhang, L.;	6
9	Kaizen event result sustainability for lean enterprise transformation	Glover, W. et al	3
10	Communities of practice in a large distributed agile software development organization – Case Ericsson	Paasivaara, M.; Lassenius, C.	44
11	Waste identification as the means for improving communication in globally distributed agile software development	Korkala, M.; Maurer, F	36
12	Extending value stream mapping through waste definition beyond customer perspective	Khurum, M.; Petersen, K.; Gorschek, T.	26
13	Identifying Risky Areas of Software Code in Agile/Lean Software Development: An Industrial Experience Report	Antinyan, V. et al.	22
14	Empirical evidence and state of practice of software agile teams	Papatheocharous, E.; Andreou, A. S.	16
15	Evidence-based decision making in lean software project management. 36th International Conference on Software Engineering	Fitzgerald, B.; Musial, M.; Stol, K. J.	11
16	Toward a better comprehension of Lean metrics for research and product development management	Mascarenhas Hornos da Costa, J. et al.	10
17	Software kaizen: Using agile to form high-performance software development teams	Estacio, B. et al.	8
18	Economic Governance of Software Delivery	Cantor, M.; ROYCE, W.	8
19	What to Measure for Success in Lean System Engineering Programs?	Costa, J. M. H. et al.	7
20	Relation of project managers' personality and project performance: An approach based on value stream mapping	Bevilacqua, M. et al.	5
21	Lean Mindset in Software Engineering: A Case Study in a Software House in Brazilian State of Santa Catarina	Misaghi, M.; Bosnic, I.	2

Fonte: os autores (2017).

APÊNDICE B - Reconhecimento científico dos artigos 2015

Artigo	Título	Autores	Citação
22	Does Agile work? — A quantitative analysis of agile project success	Serrador, P.; Pinto, J. K	108
23	On the journey to continuous deployment: Technical and social challenges along the way	Claps, G. G.; Bennetsson Svensson, R.; Aurum	61
24	Using metrics in Agile and Lean Software Development – A systematic literature review of industrial studies	Kupiainen, E.; Mäntylä, M. V.; Itkonen, J.	47
25	On rapid releases and software testing: a case study and a semi-systematic literature review	Mantyla, M. V. et al.	33
26	Empirical Study of Agile Software Development Methodologies: A Comparative Analysis	Matharu, G. S. et al.	27
27	A survey of software engineering practices in Turkey	Garousi, V. et al.	24
28	Performance Alignment Work: How software developers experience the continuous adaptation of team performance in Lean and Agile environments	Fagerholm, F. et al.	22
29	Evaluation of simulation-assisted value stream mapping for software product development: Two industrial cases	Bin Ali, N.; Petersen, K.; De Franca, B. B. N.	19
30	The kanban approach, between agility and leanness: a systematic review	Al-Baik, O.; Miller, J.	16
31	Whose Experience Do We Care About? Analysis of the Fitness of Scrum and Kanban to User Experience	Law, E. L. C.; Lárusdóttir, M. K.	15
32	Continuous planning: An important aspect of agile and lean development	Suomalainen, T.; Kuusela, R.; Tihinen, M.	15
33	Simulation of Kanban-based scheduling for systems of systems: Initial results	Tregubov, A.; Lane, J. A.	9
34	Raising the odds of success: The current state of experimentation in product development	Lindgren, E.; Münch, J.	7
35	Business process reengineering through lean thinking: A case study	Aanad, G.; Chandrasekar, A.	5
36	Understanding team mental models affecting Kaizen event success	Liu, W. H. et al.	4
37	Requirements communication and balancing in large-scale software-intensive product development	Pernstal, J. et al.	4
38	Lean quality improvement model for quality practices in software industry in Pakistan	SHAH, F. T.; SHAMAIL, S.; AHMAD AKHTAR, N.	2
39	The impact of lean techniques on factors influencing defect injection in software development	Kusters, R. J.; Munneke, F. M.; Trienekens, J. J. M.	1
40	A Software Development Process Model Integrated to a Performance Measurement System	Baptista, G. L.; Vanalle, R. M.; Salles, J. A. A	0

Fonte: os autores (2017).

APÊNDICE C - Reconhecimento científico dos artigos 2016 e 2017

Art	Título	Autores	Citaçõ
41	Challenges and success factors for large-scale agile transformations: A systematic literature review	Dikert, K.; Paasivaara, M.; Lassenius, C.	41
42	DevOps	Ebert, C. et al.	19
43	The daily stand-up meeting: A grounded theory study	Stray, V.; Sjøberg, D. I. K.; Dyba, T.	18
44	Emerging themes in agile software development: Introduction to the special section on continuous value delivery	Dingsoyr, T.; Lassenius, C.	17
45	FLOW-assisted value stream mapping in the early phases of large-scale software development	Bin Ali, N.; Petersen, K.; Schneider, K.	10
46	The Danish agenda for rethinking project management	Svejvig, P.; Grex, S.	9
47	Teamwork quality and project success in software development: A survey of agile development teams	Lindsjörn, Y. et al.	8
48	The impacts of agile and lean practices on project constraints: A tertiary study	Nurdiani, I.; Borstler, J.; Fricker, S. A.	5
49	VSM a powerful diagnostic and planning tool for a successful Lean implementation: A Tunisian case study of an auto parts manufacturing firm	Ben Fredj-Ben Alaya, L.	4
50	Identifying the State of the Project Management Profession	Rivera, A.; Kashiwagi, J.	4
51	The Software Architect's Role in the Digital Age	Hohpe, G. et al.	4
52	Introducing Lean Canvas Model Adaptation in the Scrum Software Testing.	Nidagundi, P.; Novickis, L.	3
53	Quantitatively measuring a large-scale agile transformation	Olzewska, M. et al.	3
54	Verification of lean-kanban processes with probabilistic model checking	Zhang, L.; Meng, Q.; Luo, G.	1
55	Scrutinizing Lean Thinking and Agile Methodologies from practitioner's point of view	Kaushik, S.; Avasthi, V.; Bharadwaj, A.	1
56	Steering Software Development Workflow: Lessons from the Internet	Cantor, M.; Macisaac, B.; Mannan, R.	1
57	A Review of Agile Practices for Project Management	Liubchenko, V.;	1
58	An Empirical Study on Lean and Agile Methods in Global Software Development	Razzak, M. A.;	1
59	Continuous software engineering: A roadmap and agenda	Fitzgerald, B.; Stol, K.-J	56
60	A statistical analysis of the effects of Scrum and Kanban on software development projects	Lei, H. et al.	13
61	Problems, causes and solutions when adopting continuous delivery—A systematic literature review	Laukkanen, E.; Itkonen, J.; Lassenius, C.	8
62	A study of value in agile software development organizations	Alahyari, H.; Svensson, R. B.; Gorschek, T.	7
63	Systematic literature review on the impacts of agile release engineering practices	Karvonen, T. et al.	3
64	Experience report: Introducing Kanban into automotive software projec	Majchrzak, M.; Stilger, Ł.	3
65	Going with the flow: An activity theory analysis of flow techniques in software developmen	Dennehy, D.; Conboy, K.	2
66	An empirical study of portfolio management and Kanban in agile and lean software companies	Ahmad, M. O. et al.	1
67	Short-Term Physiological Strain and Recovery among Employees Working with Agile and Lean Methods in Software and Embedded ICT Systems	Tuomivaara, S.; Lindholm, H.; Känsälä, M.	1
68	Introducing continuous experimentation in large software-intensive product and service organisations	Yaman, S. G. et al.	0
69	Environmental factors analysis and comparison affecting software reliability in development of multi-release software	Zhu, M.; Pham, H.	0
70	Impact and Challenges of Requirement Engineering in Agile Methodologies: A Systematic Revie	Alam, S. et al.	0
71	Recurring opinions or productive improvements-what agile teams actually discuss in retrospectives	Lehtinen, T. O. A.; Itkonen, J.; Lassenius, C.	0

Fonte: os autores (2017).

APÊNDICE D - Práticas Lean relevantes para o desenvolvimento de software (continuação)

PRÁTICAS	ARTIGOS																																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
1 Medir e gerenciar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
2 Hansei: auto-reflexão (retrospectivas)	X	X					X	X	X	X	X					X			X		X	X	X						X	X	X	X								X		
3 Eliminar os gargalos	X	X	X	X						X	X	X				X	X					X	X							X	X					X	X			X		
4 Mapeamento de Fluxo de Valor	X	X			X			X		X					X	X					X		X						X	X						X	X					
5 Adiar a tomada de decisão	X	X	X							X	X												X																			
6 Kaizen	X						X	X								X							X													X	X				X	
7 Análise de causa raiz	X							X			X								X				X					X		X					X	X						
8 Sistema Puxado			X	X	X																		X														X					
9 Incentivos / Recompensas				X	X	X																		X					X								X					
10 Gestão Visual	X				X	X		X																												X			X			
11 Heijunka: reduzir desperdício	X				X																																					
12 Ciclo PDCA																																							X	X		
13 Jidoka: automação inteligente	X																																					X				
14 Kaikaku: melhorias radicais								X																															X			
15 Análise de Kano	X																							X																X		
16 Desdobramento Função da Qualidade				X							X													X																	X	
17 Poka-Yoke	X																																									
18 Andon																																										
19 Reduzir folgas					X																																					

Fonte: os autores (2017).

APÊNDICE D - Práticas Lean relevantes para o desenvolvimento de software (conclusão)

PRÁTICAS	ARTIGOS																					Total																					
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61		62	63	64	65	66	67	68	69	70	71											
1 Medir e gerenciar	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																	65
2 Hansei: auto-reflexão (retrospectivas)	X		X					X				X	X							X	X						X	X	X	X											X	28	
3 Eliminar os gargalos			X		X				X	X			X			X				X						X	X															23	
4 Mapeamento de Fluxo de Valor				X	X			X					X						X			X				X															18		
5 Adiar a tomada de decisão				X							X				X	X			X			X			X																13		
6 Kaizen								X	X											X																					13		
7 Análise de causa raiz					X															X							X												X	13			
8 Sistema Puxado									X	X		X															X														11		
9 Incentivos / Recompensas	X													X						X																					8		
10 Gestão Visual										X																															6		
11 Heijunka: reduzir desperdício										X										X																				4			
12 Ciclo PDCA											X																	X													4		
13 Jidoka: automação inteligente																					X																			3			
14 Kaikaku: melhorias radicais																					X																			3			
15 Análise de Kano																																									3		
16 Desdobramento Função da Qualidade																																									3		
17 Poka-Yoke																												X													2		
18 Andon																											X														1		
19 Reduzir folgas																																									1		

Fonte: os autores (2017).