

UM MAPEAMENTO SISTEMÁTICO SOBRE QUALIDADE DE SOFTWARE NA PLATAFORMA SCIELO

A SYSTEMATIC MAPPING ABOUT SOFTWARE QUALITY IN THE SCIELO PLATFORM

José Itamar Mendes de Souza Júnior **1**
Elio Soares da Rocha Júnior **2**
Patrick Letouze Moreira **3**

Resumo: O Mapeamento Sistemático consiste em uma revisão ampla de estudos primários que busca identificar a situação atual de uma área específica. A partir disso, este trabalho visa conhecer as pesquisas que estão acessíveis à comunidade, evidenciando as publicações que se relacionam à qualidade de software, com a intenção de fornecer um objeto de análise geral sobre o software brasileiro. Restringiu-se este mapeamento sistemático à base SciELO, por ser de livre acesso e também o maior repositório de artigos científicos em português. Foi aplicada a bibliometria sobre todos artigos presentes na biblioteca digital SciELO publicados no Brasil, gerados através da busca pela palavra-chave “software”. Desta forma, espera-se ilustrar estudos primários e secundários que demonstrem o estado da arte sobre a qualidade do processo de desenvolvimento de software no cenário nacional.

Palavras-chave: Revisão Sistemática. Mapeamento Sistemático. Desenvolvimento de Software. Qualidade de Software. SciELO.

Abstract: Systematic Mapping consists of a comprehensive review of primary studies that seek to identify the current situation of a specific area. From this, this work aims to know the research that is accessible to the community, highlighting the publications that relate to software quality, to provide an object of general analysis about the Brazilian software. This systematic mapping was restricted to SciELO, as it is freely accessible and also the largest repository of scientific articles in Portuguese. Bibliometrics was applied to all articles in the SciELO digital library published in Brazil, generated by searching for the keyword “software”. Thus, it is expected to illustrate primary and secondary studies that demonstrate the state of the art on the quality of the software development process in the national scenario.

Keywords: Systematic Review. Systematic Mapping. Software Development. Software Quality. SciELO.

Doutorando no Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional de Sistemas da Universidade Federal do Tocantins (UFT) e Professor na Universidade Estadual do Tocantins (Unitins). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1108250346645061>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5905-9101>. E-mail: jhoseju@gmail.com **1**

Bacharel em Ciência da Computação pela UFT. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3675911095179764>. E-mail: eliojunior2@gmail.com **2**

Doutor em Engenharia Elétrica pela UnB e professor no Programa de Pós-graduação em Modelagem Computacional de Sistemas da UFT, professor no Programa de Pós-graduação em Ensino em Ciências e Saúde da UFT e professor do Departamento de Ciência da Computação da UFT. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7580955452994028>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7728-3254>. E-mail: patrick.letouze@gmail.com **3**

Introdução

A qualidade dos produtos é considerada um dos fatores que contribuem para a competitividade das empresas, afirma Slack (1997). No entanto, os procedimentos que conduzem à qualidade do produto, associados à variedade de metodologias e recursos tecnológicos existentes, dificulta a organização das empresas para que se tornem ou se mantenham competitivas. Assim, sendo a competitividade um requisito de mercado indispensável, torna-se essencial que a empresa organize os procedimentos das equipes de projetos para que a qualidade seja incorporada ao produto (CONSALTER, 1996).

Nesse contexto, existem as normas ISO, que visam auxiliar e conduzir a gestão e a melhoria da qualidade. Dentre essas normas, é importante ressaltar as normas ISO 9000: *Quality management*; e, *ISO standards compendium* (ISO, 1996). Tais normas foram desenvolvidas pela organização não governamental “*International Organization for Standardization*”, que fornece requisitos para o auxílio na melhoria dos processos internos, maior capacitação dos colaboradores, monitoramento do ambiente de trabalho, e, verificação da satisfação dos clientes, colaboradores e fornecedores, num processo contínuo de melhoria do sistema de gestão da qualidade (SILVA, 2006).

Com a disseminação das normas ISO 9000, logo o fator de melhoria da qualidade de produtos atingiu também o mercado de *software* na década de 1990. Deste modo, surgiram novos modelos de processos voltados para empresas desenvolvedoras de softwares, onde podem ser destacados: o SW-CMM: *Capability Maturity Model for Software* (PAULK et al., 1993), o CMMI: *Capability Maturity Model Integration* (TEAM, 2002), a ISO 15504: *Information technology - Process assessment* (ISO/IEC, 2004), a ISO/IEC 12207: *Systems and software engineering* (ISO/IEC, 2008) e o MSP.BR: *Melhoria de Processo do Software Brasileiro* (SOFTTEX, 2016).

No Brasil, as empresas passaram a adotar, gradativamente, tais certificações, entretanto de forma mais desacelerada e atrasada do que se esperava em relação às empresas de países desenvolvidos. De acordo com Silva (2006), as empresas brasileiras de software precisam se preparar melhor se quiserem atingir o mercado internacional, pelo menos quanto ao processo produtivo de software, a fim de tornar seus produtos mais competitivos.

Com base neste cenário, este trabalho visa produzir um estudo que sirva de base para a análise geral sobre o software no Brasil a partir das publicações científicas que abordam esse tema e que se encontram hospedadas na base de dados SciELO até o ano de 2018. Esta proposta foi concebida a partir do anseio em chamar atenção dos desenvolvedores e empresas sobre a importância de investir no processo de software.

Desta forma, foi realizada uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL). Segundo Kitchenham (2004), uma RSL é um meio de identificar, avaliar e interpretar todas as pesquisas disponíveis relevantes para uma questão de pesquisa em particular, área temática, ou fenômeno de interesse. Estudos individuais que contribuem para uma revisão sistemática são chamados estudos primários; uma revisão sistemática é uma forma de estudo secundário.

Existem diferentes tipos de revisões sistemáticas, mas neste trabalho foi utilizado o Mapeamento Sistemático, também conhecido como estudo de escopo, projetado para fornecer uma visão geral de uma área de investigação, para determinar se existe evidência de pesquisa sobre um tema e fornecer uma indicação da quantidade de evidências. De acordo com Moreira, Souza Júnior e Silva (2016), os resultados de um estudo de mapeamento sistemático podem identificar áreas onde um estudo preliminar é mais apropriado.

Um estudo de mapeamento sistemático fornece uma estrutura do tipo de relatórios de pesquisa e resultados que foram publicados, de forma a permitir sua categorização em relação ao objeto de estudo, formando assim, um resumo visual, o mapa, dos seus resultados (PETERSEN et al., 2008).

Em resumo, a realização de um mapeamento sistemático consiste na análise quantitativa da bibliografia em um cenário desejado. Por não adentrar muito no conteúdo dos estudos publicados, torna-se menos trabalhoso do que a revisão sistemática qualitativa, além de gerar um panorama mais abrangente do estado da arte da literatura. Através dos seus resultados, é possível identificar lacunas e direcionar novos estudos, podendo ser utilizado inclusive para indicar áreas onde é necessário que se realize uma nova revisão sistemática de caráter qualita-

tivo (MOREIRA, SOUZA JÚNIOR e SILVA, 2016).

Tendo em vista o estado da arte do cenário nacional de *software*, esse trabalho objetiva chamar atenção da comunidade acadêmica, de pesquisadores e das organizações desenvolvedoras de software para a importância do investimento na busca pela melhoria do processo de desenvolvimento, e não apenas na implementação, além dos benefícios de se colocar esforços no desenvolvimento para elevar o nível das organizações brasileiras e conseqüentemente da qualidade dos *softwares* produzidos por elas. Assim, através da realização do mapeamento sistemático, com os resultados encontrados e a disponibilização do levantamento dos estudos publicados na base de dados SciELO, obtemos ferramentas para a identificação de lacunas de forma a influenciar no direcionamento de investimentos e em estudos futuros de outros pesquisadores

Para a consecução deste trabalho, foram realizadas as atividades de: busca pela palavra-chave “*software*” na base de dados SciELO; seleção de estudos relevantes para com base no critério de exclusão; classificação dos estudos relevantes; síntese dos dados coletados; e, publicação do relatório dos dados coletados.

Qualidade do Software

A qualidade do *software* envolve a melhoria da qualidade do seu processo produtivo e tem suas origens nos estudos e pesquisas da qualidade de produtos manufaturados. Para Silva (2006), existe uma série de modelos e normas específicos para a melhoria do processo de software. Neste sentido, obter a certificação de um modelo ou de uma norma de qualidade é uma forma de mostrar aos clientes que uma empresa produz produtos de qualidade, tornando-se assim um diferencial competitivo, além de promover melhorias significativas na organização.

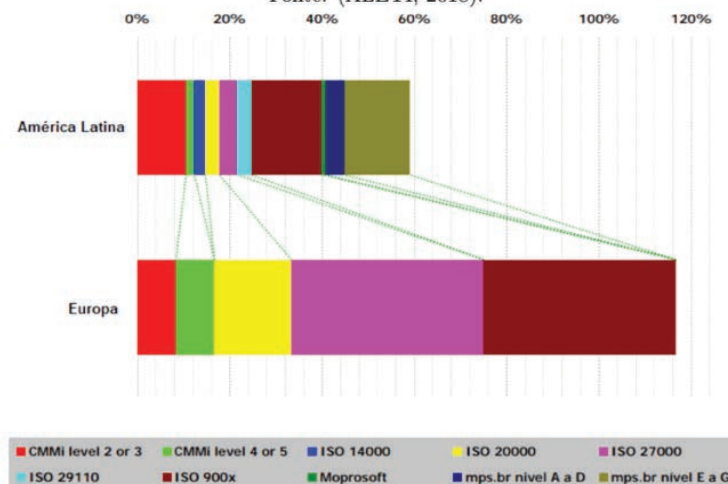
No Brasil, a obtenção de certificação é vista como um sinônimo de custo e, na prática, apesar de todos benefícios, a certificação só é buscada quando algum cliente específico (grande multinacional ou corpo administrativo) impõe como condição de se tornar seu fornecedor. Aleti (2018) explica que as empresas brasileiras pensam que o custo de se obter uma certificação é tão alto que só se justifica quando se transforma em receita a curto ou médio prazo.

O reflexo dessa cultura que se estabeleceu é refletido na quantidade de empresas certificadas identificadas, sendo que a média de 1,18 certificações para as empresas na Europa está bem acima da média latino-americana de 0,6 certificações. A Figura 1 demonstra a média de modelos e normas identificados na Europa e América latina. Já a Figura 2 mostra a média de certificações identificadas no Brasil em relação à América Latina.

Figura 1. Média de certificações na Europa e na América Latina

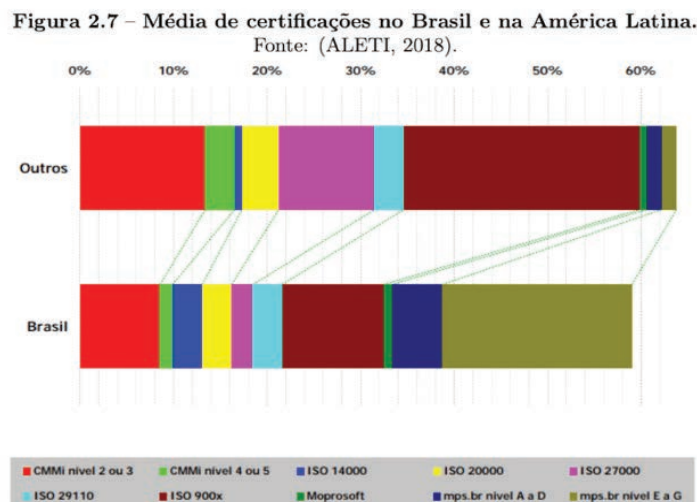
Figura 2.6 – Média de certificações na Europa e na América Latina.

Fonte: (ALETI, 2018).



Fonte: ALETI (2018).

Figura 2. Média de certificações no Brasil e na América Latina.



Fonte: ALETI (2018).

ISO 9000 (Iso, 1996)

A sigla ISO é a abreviação para *International Organization for Standardization*, esta é uma entidade que congrega os grêmios de padronização/normalização de 162 países. A ISO 9000 consiste em um conjunto de normas, de caráter universal, definidas por essa entidade, com o objetivo de prestar assistência para que as empresas possam implementar processos de Gestão da Qualidade e Garantia da Qualidade. Tais normas podem ser utilizadas por qualquer tipo de empresa, seja ela de grande ou pequeno porte, de caráter industrial, prestadora de serviços ou mesmo uma empresa governamental.

O foco dessas normas está no processo de produção e não no produto final, pois, ao aplicar o foco no processo de produção, é possível garantir que todos os produtos produzidos por determinada empresa apresentam o mesmo padrão de qualidade. Além disso, uma das principais características da ISO 9000 é a realização de auditorias constantes nas empresas certificadas para descobrir defeitos e realizar ações preventivas corretivas para que esses não se repitam.

Empresas certificadas pela ISO 9000 têm mais credibilidade em relação a outras empresas e frente aos seus clientes. Mas, apesar da credibilidade de um certificado mundialmente conhecido, por ser de caráter geral, a ISO 9000 pode ser de difícil implantação em algumas empresas, ou até mesmo não tão eficaz, de acordo com o tipo de produto desenvolvido. Por isso é importante o surgimento de novas normas e modelos mais específicos.

ISO/IEC 12207 (Iso/Iec, 2008)

A sigla IEC significa *International Electrotechnical Commission*, esta é uma organização de padronização de tecnologias elétricas, eletrônicas e relacionadas. A norma é denominada ISO/IEC porque foi desenvolvida em conjunto por essas duas organizações. A ISO/IEC 12207 é uma norma que visa definir o processo de Engenharia de Software, ou seja, as atividades e tarefas que estão associadas com os processos do ciclo de vida do software, desde sua concepção até a sua descontinuação.

A norma oferece uma plataforma de trabalho onde os processos, atividades e tarefas relacionadas com o software podem ser identificadas, planejadas e geridas; fornece também uma definição do processo de Engenharia de Software, com a característica de ser flexível, pois define uma arquitetura de alto nível. Além disso, a norma pode ser utilizada em qualquer modelo de ciclo de vida, método ou técnica de Engenharia de Software e linguagem de programação, não interferindo nas culturas organizacionais, o que contribui para sua ampla utilização ao redor do mundo.

Os processos da ISO / IEC 12207 podem ser divididos em quatro categorias: processos fundamentais, necessários para que o software seja executado; processos de apoio, utilizados para garantir a qualidade do produto final; processos organizacionais, que auxiliam a organização e gestão geral dos processos; e, processos de adaptação, relacionados às atividades para realizar adaptações no projeto, na organização, na cultura e no modelo de ciclo de vida.

Iso/Iec 15504 (Iso/Iec, 2004)

A norma ISO/IEC 15504 é uma evolução da ISO/IEC 12207, constitui-se de um modelo bidimensional (processo e capacidade) e é conhecida também como SPICE (*Software Process Improvement and Capability Determination*). Esta norma define um modelo de referência que identifica e descreve um conjunto de processos universais e fundamentais para a boa prática da Engenharia de Software.

A dimensão de processos da ISO / IEC 15504 é dividida em cinco categorias, que são: Cliente-Fornecedor, processos que impactam diretamente o cliente; Engenharia, agrupamento dos processos que especificam, implementam e mantém o *software*, sua relação com o sistema e a documentação do cliente; Suporte, processo que visa auxiliar o ciclo de vida do software; Gerenciamento, processos de práticas gerenciais; e Organização, processos que estabelecem as finalidades dos processos de desenvolvimento e da organização do produto e recursos.

No que diz respeito à dimensão da capacidade, a norma define seis níveis de maturidade, sequenciais e cumulativos, que determinam o grau de capacidade de realizar o processo de software no qual uma organização se encaixa, servindo também de guia para melhorias. Os níveis de capacidade são: Incompleto, quando a organização possui falha no atendimento do propósito do processo; Realizado, quando o propósito do processo foi alcançado; Gerenciado, nível em que a organização é capaz de realizar processos que foram planejados e rastreados e produzir produtos que atendem a padrões e exigências especificados; Estabelecido, onde a organização utiliza um processo definido capaz de obter o resultado pretendido; Previsível, nível em que o processo definido é colocado em prática consistentemente dentro de limites de controle definidos para alcançar os objetivos pretendidos; e, Otimizado, o qual define e padroniza processos dinamicamente modificados para encontrar objetivos atuais e futuros do negócio.

Sw-Cmm (Paulk et al., 1993)

A sigla SW-CMM é a abreviação para *Software Capability Maturity Model*, e foi desenvolvido pelo SEI (*Software Engineering Institute*). O CMM pode ser definido como um conjunto de melhores práticas, útil no diagnóstico e avaliação da maturidade do desenvolvimento de softwares em uma organização.

Este modelo fornece orientação sobre como uma organização pode obter o controle do processo de desenvolvimento de software e evoluir para uma cultura de excelência na gestão de software. O modelo obteve bastante aceitação na indústria de *software* americana e considerável influência no resto do mundo.

O CMM é um modelo de capacitação em estágios e suas práticas estão agrupadas em cinco níveis de maturidade. Cada um desses níveis é composto de várias áreas chaves de processo (*KPAs - Key Process Area*), exceto o nível Inicial. Cada área chave identifica um grupo de atividades correlatas que realizam um conjunto de metas consideradas importantes quando executadas em conjunto.

Os níveis de maturidade e suas respectivas áreas chaves são:

- Inicial. Não contém palavras-chave de processo.
- Repetitivo. Áreas chaves: Gestão de Requisitos, Planejamento de Projetos, Supervisão de Projetos, Gestão da Subcontratação, Garantia da Qualidade e da Gestão de Configurações.
- Definido. Áreas chaves: Gestão do Planejamento Organizacional, Padronização dos Treinamentos, Gerência de *Software* Integrada, Engenharia dos Produtos de *Software* e Revisão por Pares.
- Gerido. Áreas chaves: Desempenho do Processo Organizacional e Gerenciamento Quantitativo do Processo.
- Otimizado. Áreas chaves: Prevenção de defeitos e Gestão da evolução tecnológica.

Vale ressaltar que, para que uma organização seja classificada em um determinado nível, deve implementar completamente as áreas chaves desse nível e de todos níveis inferiores.

Cmmi (Team, 2002)

A sigla CMMI é a abreviação para *Capability Maturity Model Integration*, este modelo foi desenvolvido pelo SEI e é uma evolução do CMM que visa um modelo único para o processo de melhoria corporativo, integrando diferentes modelos. O CMMI considera três dimensões principais: pessoas, ferramentas e procedimentos.

O intuito do CMMI foi combinar os modelos *Capability Maturity Model for Software (SW-CMM)*, *Electronic Industries Alliance Interim Standard (EIA/IS)* e *Integrated Product Development Capability Maturity Model (IPD-CMM)*. Desta forma, o CMMI define três modelos: CMMI-DEV, processos relacionados ao desenvolvimento de produtos e serviços; CMMI-ACQ, processos de compra e terceirização de bens e serviços; e, CMMI-SVC, prestação de serviços.

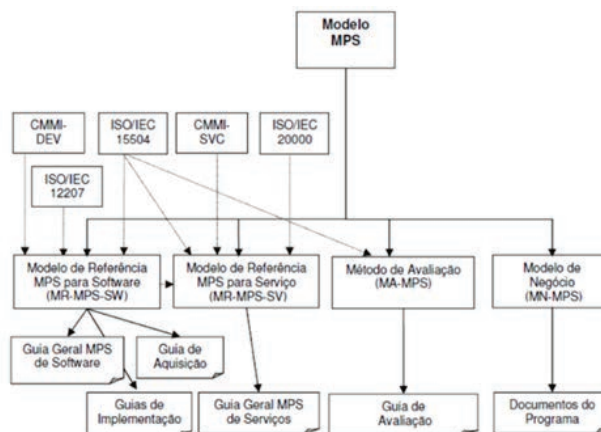
O modelo CMMI possui cinco níveis que buscam evidenciar o grau de maturidade de uma organização e quais ações devem ser colocadas em prática para continuar evoluindo. Os níveis de maturidade são: Inicial, onde a organização é considerada imatura, seu processo é caótico, não possui práticas definidas e as ações ocorrem de maneira improvisada; Gerenciado, onde os projetos garantem que os requisitos sejam gerenciados e que os processos sejam planejados, executados, medidos e controlados; Definido, onde os processos são executados, bem caracterizados e entendidos, além de serem descritos como padrões, procedimentos, ferramentas e métodos; Quantitativamente Gerenciado, nível em que a organização coleta e analisa os dados e métricas dos projetos de forma mais detalhada, e possui mais controle sobre os projetos; e, Otimizado, nível mais alto da organização, capaz de tomar decisões que promovam a melhoria contínua dos seus processos e produtos, inclusive aplicando prevenções.

Mps.Br (Softex, 2016)

O MPS.BR (Melhoria do Processo de Software Brasileiro) é um programa mobilizador, de longo prazo, criado em dezembro de 2003 e coordenado pela Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro (SOFTEX). O objetivo deste programa é oferecer um modelo de melhoria e avaliação de processo de software adequado, preferencialmente, às micro, pequenas e médias empresas brasileiras, de modo a ser reconhecido nacional e internacionalmente como um modelo aplicável à indústria de software.

O programa define regras para sua implementação e avaliação, dando sustentação e garantia de que é empregado de forma coerente com suas definições, e é baseado nas normas ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15504, e no modelo CMMI. O MPS.BR é descrito por meio de guias, como se pode visualizar na Figura 3.

Figura 3. Componentes do MPS.BR.



Fonte: SOFTEX (2016).

O Guia de Implementação descreve uma série de documentos que fornecem orientações para implementar nas organizações os níveis de maturidade descritos no modelo de referência. O Guia de Avaliação descreve o processo e o método de avaliação, os requisitos para os avaliadores e instituições avaliadoras. O Guia de Aquisição descreve um processo de aquisição de *software* e serviços correlatados. O Guia Geral de Serviços contém a descrição geral do modelo MPS e detalha o modelo de referência para serviços. Por fim, o Guia Geral de *Software* contém a descrição geral do modelo MPS e detalha o modelo de referência para *software*.

O Modelo de referência MPS.BR define sete níveis de maturidade, e para cada nível é atribuído um perfil de processo e de capacidades de processo que indicam onde a organização deve alocar esforços para melhorar e atender os objetivos do negócio. Os níveis de maturidade e seus respectivos processos são:

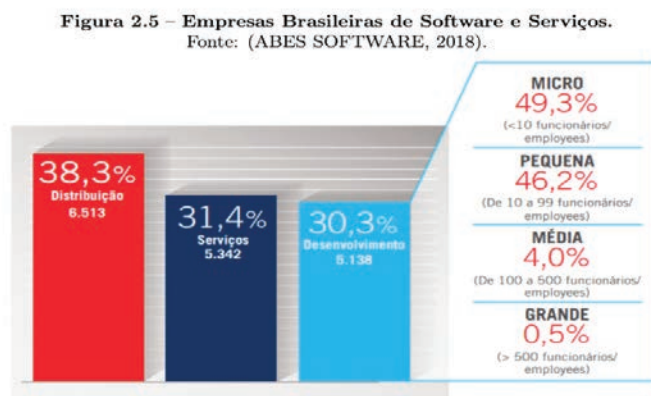
- Nível G, Parcialmente Gerenciado. Processos: Gerência de Projetos e Gerência de Requisitos.
- Nível F, Gerenciado. Processos: Aquisição, Garantia da Qualidade, Gerência de Configuração, Gerência de Portfólio de Projetos e Medição.
- Nível E, Parcialmente Definido. Processos: Avaliação e Melhoria do Processo Organizacional, Definição do Processo Organizacional, Gerência de Recursos Humanos e Gerência de Reutilização.
- Nível D, Largamente Definido. Processos: Desenvolvimento de Requisitos, Integração do Produto, Projeto e Construção do Produto, Validação e Verificação.
- Nível C, Definido. Processos: Desenvolvimento para Reutilização, Gerência de Decisões e Gerência de Riscos.
- Nível B, Gerenciado Quantitativamente. Não possui processos específicos.
- Nível A, Em Otimização. Não possui processos específicos.

Vale ressaltar que, cada nível seguinte será composto pelos processos de todos os níveis anteriores também; e, cada processo deve ser cumprido para que a organização adquira a certificação MPS.BR.

Empresas Brasileiras do Setor de Software

De acordo com o relatório produzido por ABES SOFTWARE (2018), no ano de 2017, aproximadamente 17.000 empresas foram identificadas atuando no setor de *software* e serviços. O gráfico da Figura 4 mostra que a maioria destas empresas, 38,3%, se dedica à distribuição e comercialização, e a menor parcela, 30,3%, são de empresas que se dedicam ao desenvolvimento de *software*; dentre essas, 95,5% são empresas de micro ou pequeno porte, sendo este um fator de grande influência no fato de o Brasil não ser um grande desenvolvedor exportador de *software*.

Figura 4. Empresas Brasileiras de Software e Serviços





















Fonte: ABES SOFTWARE (2018).

O Brasil ocupa a nona posição no mercado de *software* mundial, ficando à frente de países como Holanda, Itália, Espanha e Suíça, como mostra a Figura 5. Os dados são em valor de bilhões de dólares, e não inclui exportações. A produção de software de exportação apresenta um baixo nível que está ligado diretamente com a qualidade dos softwares e serviços desenvolvidos no país; mas, quando incluídas as exportações, o mercado total passa de US\$ 18,6 bilhões para US\$ 19,278 bilhões, conforme demonstrado na Figura 6.

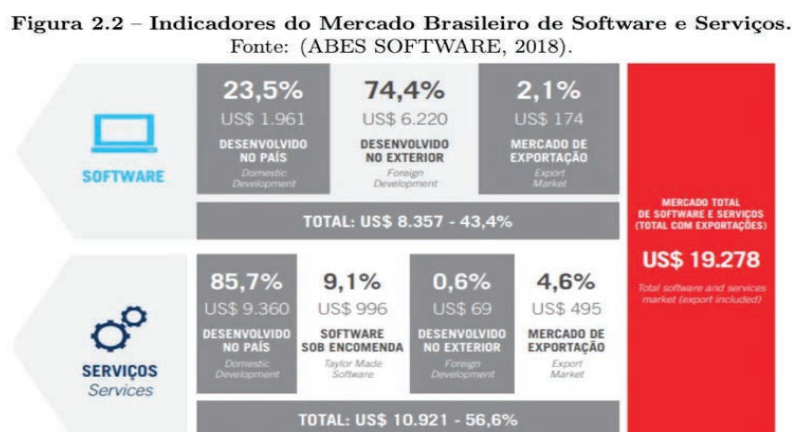
Figura 5. Mercado Mundial de Software e Serviços

Figura 2.1 – Mercado Mundial de Software e Serviços.
Fonte: (ABES SOFTWARE, 2018).

	1º	USA	528	46%		10º	HOLANDA	18	1,6%	
	2º	JAPÃO	79	6,9%		11º	ITÁLIA	18	1,6%	
	3º	REINO UNIDO	76	6,6%		12º	ESPAÑA	16	1,4%	
	4º	ALEMANHA	61	5,3%		13º	SUIÇA	15	1,3%	
	5º	FRANÇA	44	3,8%		14º	ÍNDIA	14	1,2%	
	6º	CHINA	38	3,3%		15º	SUÉCIA	12	1,1%	
	7º	CANADÁ	29	2,5%		16º	COREIA	11	1,0%	
	8º	AUSTRÁLIA	22	1,9%		17º	MÉXICO	8	0,7%	
	9º	BRASIL	18,6	1,6%			ROW	139	12,2%	
								TOTAL	US\$ 1.148	100%

Fonte: ABES SOFTWARE (2018).

Figura 6. Indicadores do Mercado Brasileiro de Software e Serviços



Fonte: ABES SOFTWARE (2018).

Do mercado total Brasileiro de US\$ 19,278 bilhões, a maioria se refere a serviços. A porcentagem relativa a software é de 43,4%, e os principais dados que indicam o déficit da qualidade dos softwares Brasileiros é que 74,4% desses softwares são produzidos no exterior, e os softwares que são exportados pelo Brasil representam apenas 2,1%, sendo os restantes 23,5% desenvolvidos e consumidos internamente. Em relatório, a BRASSCOM (2018) afirma que o setor de software brasileiro carece de maior atenção. De acordo com a Figura 7, observa-se que, de todos os países que aparecem no ranking, o Brasil é o que menos exporta (apenas US\$ 1,8 bilhões).

Figura 7. Exportações do Mercado Brasileiro e de outros países de TIC

(US\$ Bilhões)

Países	Exportações de Serviços 2016	Exportação em relação ao Mercado Interno	População (milhões)	Produção per capita
	\$37,3	4,9%	325,5	\$3,4
	\$25,4	9,8%	1.384,0	\$0,3
	\$3,8	2,7%	126,6	\$2,0
	\$23,7	21,2%	66,0	\$2,4
	\$32,7	35,0%	82,6	\$1,6
	\$1,8	3,7%	209,3	\$0,5
	\$16,9	25,1%	67,1	\$1,5
	\$6,7	14,0%	36,6	\$2,3
	\$55,3	112,7%	1.339,2	\$0,1
	\$9,2	28,2%	60,6	\$1,0

Fonte: BRASSCOM (2018).

Métodos

O percurso metodológico deste trabalho consiste em um mapeamento sistemático, onde seus resultados foram submetidos à bibliometria. Segundo MACIAS-CHAPULA (1998), a bibliometria é o estudo dos aspectos quantitativos da produção, disseminação e uso da informação já registrada. O objeto de análise é a informação já registrada sobre software na biblioteca digital Scielo. Os aspectos quantitativos foram gerados a partir de uma sequência de oito etapas: identificação das palavras-chave; busca na base de dados; exportação para o aplicativo Start; filtragem das publicações; inclusão das publicações relevantes na planilha eletrônica; categorização/padronização; análise bibliométrica; e, síntese da análise.

Protocolo do Mapeamento Sistemático

O protocolo de mapeamento sistemático especifica os métodos que serão utilizados para realizar um mapeamento específico, tornando-o menos propenso a influenciar o pesquisador (KITCHENHAM, 2004). O mapeamento segue a abordagem GQM (Goal Question Metric), que visa classificar e mapear o que está sendo desenvolvido, utilizado e estudado sobre software a partir da perspectiva de pesquisadores e criadores no cenário nacional brasileiro.

Este mapeamento visa responder às seguintes questões de pesquisa:

- **Questão 1:** Quais âmbitos de software recebem mais investimentos de pesquisa?
- **Questão 2:** Qual a quantidade de pesquisas realizadas sobre Processo de Software?

No que se refere ao escopo da pesquisa, a fonte adotada para este mapeamento foi a biblioteca eletrônica SciELO, que além de ser totalmente de livre acesso, é a maior plataforma brasileira de periódicos. A busca foi restringida para retornar apenas publicações feitas no Brasil, tendo em vista que se deseja uma visão do cenário nacional. Foram considerados os artigos escritos em português, inglês e espanhol. Pelo fato de a pesquisa ter um cenário generalizado, foi designado um único termo de busca: software. Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos a partir de uma rápida análise dos resultados da busca.

- **Critério de Inclusão:** abordar sobre o desenvolvimento ou a utilização ou estudo de software.

- **Critério de Exclusão:** não tratar de software em nenhum aspecto.

Etapas do Mapeamento Sistemático

Inicialmente, foram realizadas buscas exploratórias na biblioteca SciELO.org utilizando-se as palavras-chave: “qualidade de software” e “software”. No entanto, com base na quantidade de resultados retornados na biblioteca da SciELO, optou-se por utilizar como palavra-chave única apenas o termo “software”, além de restringir a pesquisa para publicações feitas no Brasil. Desta forma, foram obtidos 4695 resultados na busca pelo termo “software”.

Os resultados da pesquisa foram exportados para o aplicativo START (*State of aplicação Art by Systematic Review*), produzido pelo LAPES (Laboratório de Pesquisa em Engenharia de Software) da Universidade Federal de São Carlos. Este aplicativo é uma ferramenta que auxilia o pesquisador no processo de revisão sistemática (HERNANDES et al., 2012); permite a inserção dos critérios de inclusão e exclusão e, na lista das publicações é possível marcar uma publicação como aceita ou rejeitada demarcando o critério utilizado.

Neste trabalho, o aplicativo foi utilizado apenas para a listagem de todos os resultados da pesquisa e filtragem de publicações relevantes para o estudo, aplicando os critérios de inclusão e exclusão. A página do SciELO exibe no máximo 50 pesquisas por vez e cada página de resultados foi exportada para um arquivo no formato .ris para posteriormente ser importada no aplicativo Start. No total, existem 94 arquivos que foram importados no Start, contendo cada citação das publicações.

A filtragem foi realizada a partir da análise do título de cada publicação, análise das palavras-chave, e quando necessário, pela leitura do resumo. Aplicando os critérios de inclusão e exclusão, o resultado da filtragem foi: 530 publicações aceitas e 4165 publicações rejeitadas.

Os 530 estudos considerados relevantes para o mapeamento foram transferidos para uma planilha eletrônica para facilitar o agrupamento das classes definidas. Em cada coluna da planilha foram detalhados, o autor e sua filiação, o título, o resumo, as palavras-chave, o ano, o veículo, o link, a classificação e o tipo de pesquisa. A partir desta planilha inicial, foram criadas outras planilhas para coletar amostras específicas, como palavras-chaves mais identificadas, autores que mais publicaram, ou análise mais detalhada de uma classe definida. Com as tabelas formadas tornou-se viável a análise bibliométrica, como consultas de frequência de publicações por ano, áreas com mais publicações, autores que mais publicaram, relações entre áreas ou tempo, etc.

Como a motivação desse trabalho está relacionada à qualidade de software, objetivou-se obter um parâmetro do que acontece no Brasil, analisando o aspecto quantitativo sobre as pesquisas de desenvolvimento, uso, aplicação, estudos e melhorias almejadas pelos pesquisadores de software. Sendo assim foram definidas as classificações conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Classes de Publicações

Classe	Aspecto
<i>Desenvolvimento</i>	Publicações que apresentam ou descrevem o desenvolvimento de software.
<i>Utilização</i>	Publicações que apresentam a utilização de qualquer software em qualquer área de estudo.
<i>Processo</i>	Publicações que tratam ou descrevem sobre processo de software.
<i>Avaliação</i>	Publicações que trazem descrições de avaliação ou teste de algum software.
<i>Apresentação</i>	Publicações que descrevem ou apresenta algum software.
<i>Inteligência Artificial</i>	Publicações que abordam sobre algoritmos ou técnicas de inteligência artificial.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esta classificação está relacionada ao conteúdo dos estudos analisados. Entretanto, Petersen et al. (2008) definiram em seu trabalho um esquema de classificação referente ao tipo de pesquisa, denominado de facetas de pesquisa e que pode ser adotado em artigos de qualquer área, conforme demonstra a Tabela 2.

Tabela 2. Estrutura de Classificação de Petersen et al. (2008)

Tipo de Pesquisa	Aspecto
<i>Pesquisa de Validação</i>	As técnicas investigadas são novas e ainda não foram implementadas na prática.
<i>Pesquisa de Avaliação</i>	Técnicas são implementadas na prática e uma avaliação da técnica é conduzida. Isso significa que é mostrado como a técnica é implementada na prática e quais são os benefícios e desvantagens. Isso também inclui identificar problemas na indústria.
<i>Proposta de Solução</i>	Uma solução para o problema é proposto, a solução pode ser nova ou significativa extensão de uma técnica existente. Os benefícios potenciais e a aplicabilidade da solução é mostrada por um pequeno exemplo ou um boa linha de argumentação.
<i>Papéis Filosóficos</i>	Estes documentos esboçam uma nova maneira de olhar para as coisas existentes, estruturando o campo em forma de taxonomia ou estrutura conceitual.
<i>Artigos de Opinião</i>	Estes trabalhos expressam a opinião pessoal de alguém sobre se uma determinada técnica é boa ou ruim, ou como as coisas deveriam ser feitas. Eles não dependem de trabalho e metodologias de pesquisa.
<i>Papéis de Experiência</i>	Os documentos de experiência explicam o que e como algo foi feito na prática.

Fonte: Petersen et al. (2008).

Conseqüentemente, as classificações estabelecidas na Tabela 1 e na Tabela 2 foram utilizadas para agrupar e analisar os dados obtidos no mapeamento sistemático.

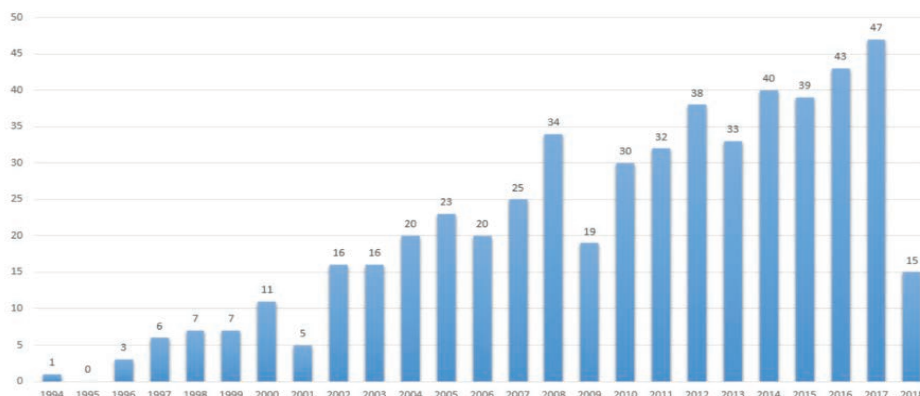
Resultados

O resultado da análise proposta nesse trabalho foi obtido a partir de diferentes focos como, publicações, classificações, autores e palavras-chave. A busca pela palavra-chave “software” na base de dados SciELO retornou 4695 resultados, dos quais 530 foram considerados relevantes para o estudo e 4165 não relevantes. Em relação ao número de publicações que citaram “software”, há um crescente interesse pelo assunto, apesar de alguns anos apresentarem uma queda no número de publicações.

No geral, desde 1994, ano da primeira publicação identificada, o interesse em software aumentou no decorrer dos anos, com pico máximo no ano de 2017, com 47 publicações. O gráfico da Figura 8 mostra a quantidade de publicações identificadas em cada ano.

Figura 8. Gráfico da quantidade de publicações em cada ano

Figura 4.1 – Gráfico da quantidade de publicações em cada ano.

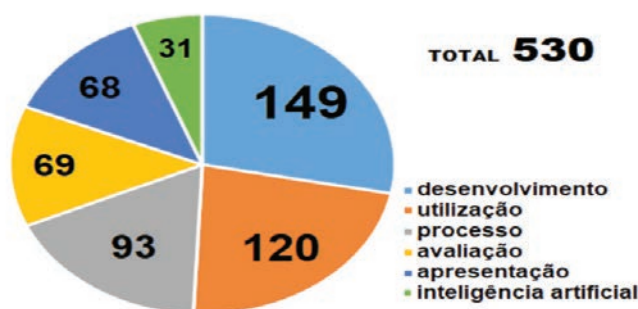


Fonte: Elaborado pelos autores.

Os trabalhos primários foram analisados de acordo com seu conteúdo e quanto ao método de pesquisa utilizado. Após a análise e classificação individual, foi obtido o seguinte resultado, demonstrado no gráfico da Figura 9.

Figura 9. Gráfico das áreas identificadas

Figura 4.2 – Gráfico das áreas identificadas.

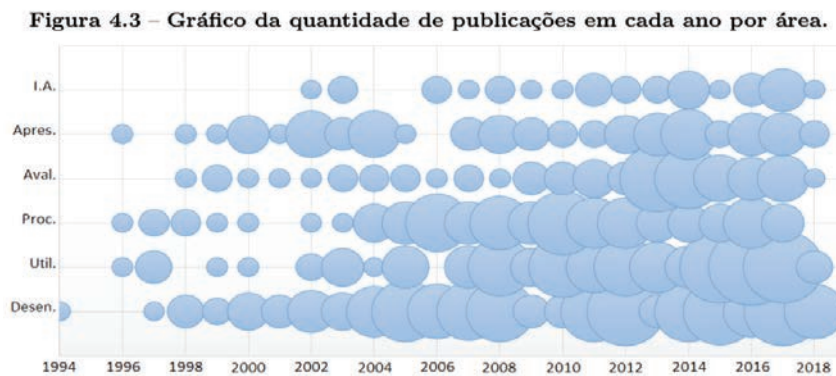


Fonte: Elaborado pelos autores.

Como se pode observar, estudos que envolvem desenvolvimento de software ou sua utilização, constituem 50,75% do número de publicações, enquanto os estudos referentes a processo de software constituem um percentual bem inferior, de 17,54%.

A Figura 10 mostra o aumento do interesse no uso e desenvolvimento de software ao longo do tempo. Estudos que abordam processos de software, ou seja, diretrizes de como produzir melhor um software, aumentaram consideravelmente, principalmente entre os anos de 2003 e 2004. Uma área que também apresentou um aumento significativo foi a de avaliação, entre os anos de 2012 e 2014, o que indica uma certa atenção quanto a eficácia de softwares nesse período.

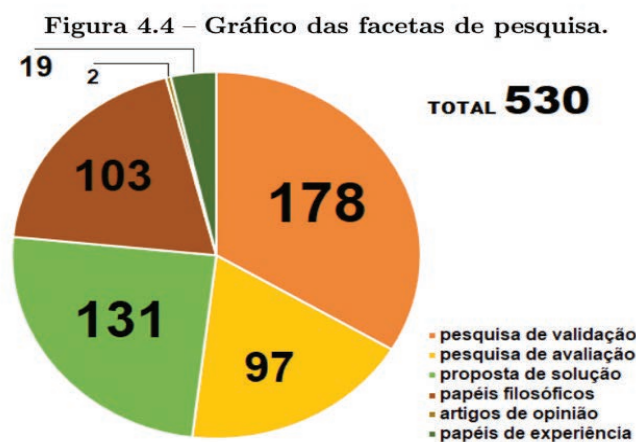
Figura 10. Gráfico da quantidade de publicações em cada ano por área



Fonte: Elaborado pelos autores.

Cada publicação foi classificada também quanto ao tipo de pesquisa, conforme a classificação de Petersen et al. (2008). Isto permitiu observar que a maioria das publicações utiliza a faceta de pesquisa de validação, principalmente quando a publicação trata sobre desenvolvimento ou apresentação de algum software. A Figura 11 mostra os tipos de pesquisa e quantidade de publicações em cada uma das facetas.

Figura 11. Gráfico das facetas de pesquisa

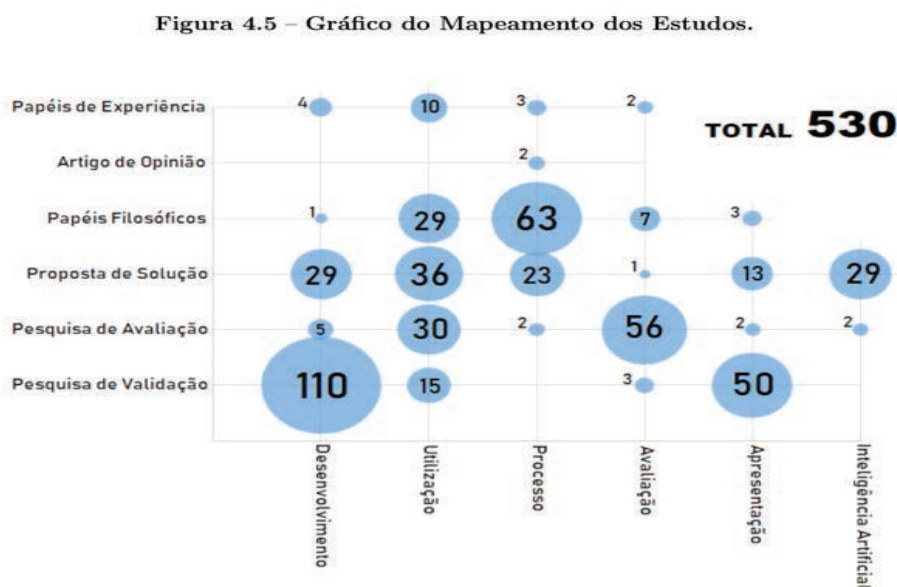


Fonte: Elaborado pelos autores.

O cruzamento das duas estruturas de classificação utilizadas neste mapeamento sistemático está demonstrado no gráfico da Figura 12. A maioria dos estudos na área de processo são papéis filosóficos, ou seja, não são necessariamente uma solução ou um modelo específico, mas estudos sobre novas formas de visualizar o sistema atual, que pode ser interpretado também como investimento para melhorias nos processos de software; isto faz dos estudos da classe processo um material útil para a busca de soluções que venham a se concretizar no futuro, por exemplo. As propostas de soluções da área processo, são, comumente, proposta de modelos já implementados e testados.

A classe que apresenta utilização de algum software é a que utiliza a mais variada gama de tipos de pesquisa, enquanto cada uma das outras áreas apresenta um tipo de pesquisa predominante. No que se refere ao desenvolvimento, é predominante a pesquisa de validação; quanto ao processo, papéis filosóficos; para avaliação, pesquisa de avaliação; para apresentação, pesquisa de validação e para inteligência artificial, proposta de solução.

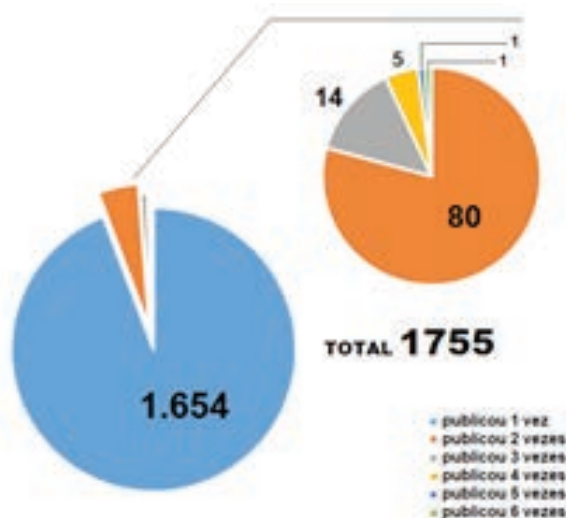
Figura 12. Gráfico do Mapeamento dos Estudos.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Por conseguinte, a Figura 13 exibe um gráfico sobre a quantidade de autores e suas publicações na busca inicial. Dos 1755 autores identificados, 1654 publicaram apenas uma vez, 80 publicaram duas vezes, 14 deles publicaram três vezes, 5 autores publicaram quatro vezes, apenas 1 publicou cinco vezes e, também, apenas 1 publicou seis vezes. Isto porque o termo “software” é bastante generalizado e está presente nas mais variadas áreas de estudo, sendo uma hipótese consistente para o fato de a maioria dos pesquisadores identificados terem realizados publicações esporádicas.

Figura 13. Gráfico da quantidade de autores e suas publicações



Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre todos os autores destacam-se, Mauro de Mesquita Spíndola; Luciana Mara Monti Fonseca; Julio Marcos Filho; Irenilza de A. Nääs; JOHANN, Jerry A.; Fabio Kon; Francisco Guihien Gomes Junior. Todos estes publicaram três ou mais vezes. A Figura 14 detalha melhor os autores que mais publicaram sobre software na base SciELO.

Figura 14. Autores que mais publicaram sobre software no SciELO

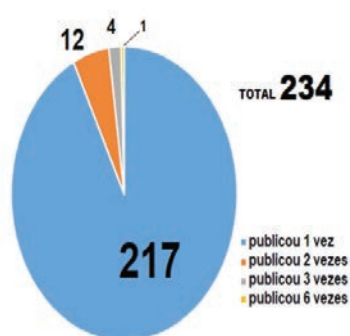


Fonte: Elaborado pelos autores.

Um dos objetivos deste trabalho é contribuir para a melhoria da qualidade de software através da melhoria do processo de software. Por isso, vamos tomar a classe processo como amostra em relação aos autores que mais publicaram. O gráfico da Figura 15 mostra o número de autores e suas publicações referentes apenas à classe processo.

Figura 15. Gráfico da quantidade de autores e suas publicações da área Processo

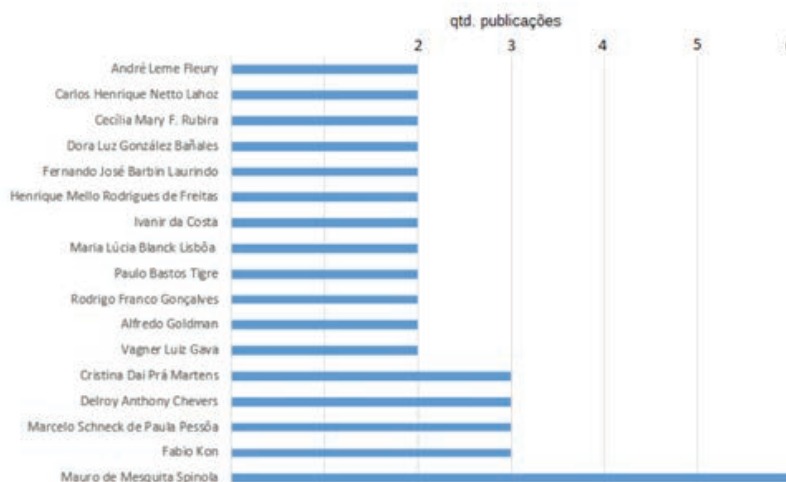
Figura 4.8 – Gráfico da quantidade de autores e suas publicações da área Processo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 16 mostra todos os autores que publicaram mais de uma vez sobre processo de software, destacando-se, SPÍNOLA, Mauro de Mesquita; KON, Fabio; PESSÔA, Marcelo Schneck de Paula; CHEVERS, Delroy Anthony; GAVA, Vagner Luiz; MARTENS, Cristina Dai Prá; GOLDMAN, Alfredo; GONÇALVES, Rodrigo Franco; TIGRE, Paulo Bastos; LISBÔA, Maria Lúcia Blanck; COSTA, Ivanir; FREITAS, Henrique Mello Rodrigues; LAURINDO, Fernando José Barbin; BAÑALES, Dora Luz González; RUBIRA, Cecilia Mary F.; LAHOZ, Carlos Henrique Netto; FLEURY, André Leme.

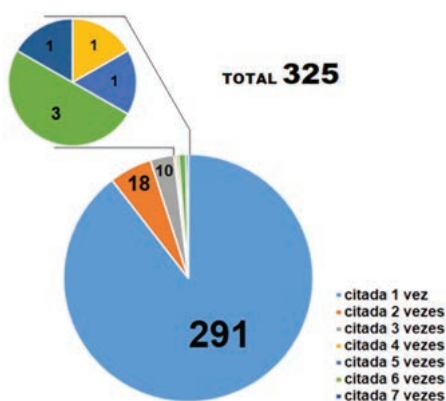
Figura 16. Autores que mais publicaram sobre Processo de Software



Fonte: Elaborado pelos autores.

No total, foram identificadas 1620 palavras-chave. No entanto, ao utilizar a classe processo como amostra, foram encontradas um total de 325 palavras-chave, de acordo com o gráfico da Figura 17. As principais palavras-chave são: Desenvolvimento de Software, citada 7 vezes; Software, Indústria de Software e Engenharia de Software, 6; Melhoria de Processo de Software, 5; Gestão de Projetos, 4; Tecnologia da Informação, Processo de Software, Orientação Empreendedora, Gestão de Riscos, Estratégia, Competitividade, CMMI, Arranjos Produtivos Locais e Arquitetura de Software apresentam 3 citações.

Figura 17. Gráfico da quantidade de palavras-chave e suas citações da área Processo



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os resultados obtidos nesse mapeamento sistemático evidenciam que a maior parte dos estudos publicados sobre software se refere ao desenvolvimento ou utilização de softwares. Sendo a parcela de aproximadamente 28,11% de desenvolvimento e 22,64% de utilização.

No entanto, é necessário considerar o fato de que nem todos esses estudos tratam sobre normas e modelos de processo de software, além disso a palavra-chave “CMMI” foi a única referente a algum dos modelos discutidos. Isto implica, por exemplo, que os investimentos feitos podem ser considerados impróprios para o mercado brasileiro, considerando que o CMMI é um modelo mais adequado para grandes empresas.

Considerações Finais

O interesse pela tecnologia da informação aumentou com o passar do tempo no Brasil. No entanto, grande parte da tecnologia que abastece o país veio do exterior. É necessário que sejam aplicados investimentos de maneira inteligente e programada em setores específicos para que o Brasil possa se tornar, cada dia mais, um país autossuficiente, principalmente no setor de software, além de transformá-lo em um grande exportador de software. Desta forma, é essencial que haja maior conscientização do pessoal envolvido para as organizações busquem melhorar seus processos de produção.

O MPS.BR é um modelo totalmente compatível com o mercado brasileiro, e que busca fornecer a evolução dos processos de maneira mais rápida e barata do que outros modelos. Esse modelo deve ser uma ferramenta disseminada e largamente utilizada para alavancar a fase inicial da evolução que as organizações que desenvolvem software no Brasil necessitam para aumentar a promoção da qualidade do software brasileiro.

Ademais, vale ressaltar que, a metodologia do mapeamento sistemático em conjunto com a utilização da análise bibliométrica neste trabalho forneceu, sistematicamente, a aquisição de novos conhecimentos a respeito dos estudos sobre software no Brasil, principalmente no que se refere a processos e melhoria de software, tendo em vista que foi possível analisar o conhecimento já existente.

Por conseguinte, considera-se que este estudo contribui ao: definir uma taxonomia para categorização dos estudos primários; evidenciar em quais aspectos o tema é mais explorado; apresentar os principais autores que publicaram na área; apresentar as principais palavras-chave identificadas. Além disso, espera-se que este trabalho seja útil para os Pesquisadores que busquem obter uma visão ampla das pesquisas sobre software no Brasil, bem como para o direcionamento, incentivo ou iniciação de novas pesquisas sobre o tema.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. **Mercado Brasileiro de Software: panorama e tendências**. [S.l.], 2018. Disponível em: http://central.abessoftware.com.br/Content/UploadedFiles/Arquivos/Dados%202011/af_abes_publicacao-mercado_2018_small.pdf

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. **Relatório Setorial: Inteligência e Informação - Mercado de TIC**. [S.l.], 2018. Disponível em: [https://www.assespropr.org.br/index.php?pre_dir_acc_61co625547=5b4154d8a9bac&c](https://www.assespropr.org.br/index.php?pre_dir_acc_61co625547=5b4154d8a9bac&custom_181191=)

ASSOCIAÇÃO PARA PROMOÇÃO DA EXCELÊNCIA DO SOFTWARE BRASILEIRO. **MPS.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro. Guia Geral**. [S.l.], 2016. Disponível em: https://www.softex.br/wp-content/uploads/2018/11/MPS.BR_Guia_Geral_Software_2016-com-ISBN.pdf

CONSALTER, L. A. Fatores e procedimentos determinantes da qualidade do projeto de produtos visando a competitividade. **Gest. Prod.**, São Carlos, v. 3, n. 1, p. 70-85, Apr. 1996.

FEDERAÇÃO IBERO-AMERICANA DAS ENTIDADES DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. **Censo do Setor de TI - Relatório 2018**. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://www.mbi.com.br/mbi/biblioteca/relatorios/2018-09-aleti-plus-censo-tic-relatorio-2017/2018-ALETI-Plus-IT-Census-Results-2017.pdf>

HERNANDES, E.; ZAMBONI, A.; FABBRI, S. Using GQM and TAM to evaluate StArt – a tool that supports Systematic Review. **CLEI Electronic Journal**, Volume 15, 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9000: quality management. ISO standards compendium**; 6th ed. Geneva: ISO, 1996. Disponível em: <https://cds.cern.ch/record/338013>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Information technology - Process assessment** – Part 2: Performing an assessment. [S.l.], 2004. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:15504:-1:ed-1:v1:en>

_____. **Systems and software engineering** — Software life cycle processes. [S.l.], 2008. Disponível em: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:12207:en>

KITCHENHAM, B. **Procedures for performing systematic reviews**. Keele, UK, Keele Univ., v. 33, 08 2004.

MACIAS-CHAPULA, C. A. O papel da informetria e da cienciometria e sua perspectiva nacional e internacional. **Ci. Inf.**, v. 27, p. 134–140, 1998. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0100-19651998000200005&script=sci_abstract&tlng=pt

MOREIRA, P. L.; SOUZA JÚNIOR, J. I. M. S.; SILVA, V. M. da. Um Breve Guia para Revisões **Sistêmicas: Aplicado à ciência da computação**. [S.l.]: EDUFT, 2016.

PAULK, M. et al. **Capability Maturity Model for Software** (Version 1.1). Pittsburgh, PA, 1993. Disponível em: <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=11955>

PETERSEN, K. et al. Systematic mapping studies in software engineering. In: **Proceedings of the 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering**. Swindon, UK: BCS Learning & Development Ltd., 2008. (EASE'08), p. 68–77. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2227115.2227123>

SILVA, P. A. Melhoria da qualidade de software brasileiro: um desafio para o governo e a indústria. **Revista de Ciências Exatas e Tecnologia**, v. 1, p. 8, 2006.

SLACK, N. et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

TEAM, CMMI Product. Capability maturity model integration (CMMI SM), version 1.1. **CMMI for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing** (CMMI-SE/SW/PPD/SS, V1. 1), 2002.

Recebido em 21 de dezembro de 2019.

Aceito em 30 de março de 2020.