

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS – UNIFAL-MG**

**LUIZ FELIPE XAVIER  
THIAGO BUENO PEREIRA**

**A MODELAGEM DE SIMULAÇÃO DE PROCESSOS TEM  
UTILIDADE NA INDÚSTRIA DE *SOFTWARE*? UMA  
REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

**ALFENAS/MG**

**2022**

**LUIZ FELIPE XAVIER  
THIAGO BUENO PEREIRA**

**A MODELAGEM DE SIMULAÇÃO DE PROCESSOS TEM UTILIDADE NA  
INDÚSTRIA DE *SOFTWARE*? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG). Área de concentração: Ciências Exatas.

Orientador: Rodrigo Martins Pagliares.

**ALFENAS/MG**

**2022**

**LUIZ FELIPE XAVIER  
THIAGO BUENO PEREIRA**

**A MODELAGEM DE SIMULAÇÃO DE PROCESSOS TEM UTILIDADE NA  
INDÚSTRIA DE *SOFTWARE*? UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

A Banca examinadora abaixo-assinada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG). Área de concentração: Ciências Exatas.

Aprovado em:

Profº.

Instituição: Rodrigo Martins Pagliares

Assinatura:

Profº.

Instituição: Mariane Moreira de Souza

Assinatura:

Profº.

Instituição: Paulo Alexandre Bressan

Assinatura:

**ALFENAS/MG**

**2022**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela nossa vida, e por permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho. Aos amigos e familiares que nos incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a nossa ausência enquanto nos dedicávamos à realização deste trabalho. Ao professor Rodrigo Martins Pagliares, por ter sido nosso orientador e ter desempenhado tal função com dedicação, amizade e por todo ensinamento compartilhado. A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A área de Modelagem de Simulação de Processos de *Software* (SPSM) tem o potencial de auxiliar tomadas de decisão de gestores da indústria de *software*, em questões como planejamento estratégico, treinamento de times de desenvolvimento, previsão de impedimentos durante a execução do projeto, dentre outras. Apesar deste potencial, segundo alguns estudos, a utilidade da SPSM, está presente apenas no meio acadêmico, com um viés teórico e não industrial; outros autores afirmam que SPSM tem utilidade na indústria de *software*. Existe ainda um terceiro grupo de autores que reivindicam que não é possível concluir a utilidade ou não da SPSM em relação ao meio industrial. O principal objetivo deste trabalho é responder se há evidências da utilidade de SPSM na indústria de *software*. Realizamos uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) com base em sítios eletrônicos de conferências/periódicos e com o auxílio de bibliotecas digitais e ferramentas de busca, no intuito de realizar o objetivo deste trabalho. Em particular, este trabalho investiga, com base em evidências da literatura, as seguintes reivindicações: (i) *a SPSM tem utilidade na indústria de software*; (ii) *a SPSM não tem utilidade na indústria de software*; (iii) *não é possível concluir se a SPSM possui ou não utilidade na indústria de software*. No total, identificamos 15 estudos principais, publicados a partir de 2010, com base no método de revisão desta RSL. Dentre os estudos selecionados, 6 apresentam resultados que atestam a utilidade de SPSM na indústria de *software* (*reivindicação (i)*). Por outro lado, 1 dos estudos encontrados alega que a SPSM não tem utilidade na indústria de *software* (*reivindicação (ii)*), enquanto 8 dos estudos selecionados nesta RSL indicam não ser possível concluir sobre a utilidade ou não da SPSM na indústria de *software* (*reivindicação (iii)*). Com base nos resultados encontrados nesta RSL, conduzida em um período de 29 meses, concluímos que não é possível atestar se a SPSM possui ou não utilidade na indústria de *software* (*reivindicação (iii)*).

Palavras-chave: SPSM. Simulação. Indústria de *software*. Modelagem de simulação. Projeto. Processo. *Software*. Prática.

## ABSTRACT

Software Process Simulation Modeling (SPSM) has the potential to assist the decision-making of industry managers on issues such as strategic planning, training of development teams, forecasting impediments during project enactment, among others. Despite this potential, according to some studies, the utility of SPSM is only present in the academic environment, with a theoretical bias and not an industrial one; other authors claim that SPSM has utility in the software industry. There is still a third group of authors who claim that it is not possible to conclude whether or not SPSM is useful in relation to the industrial environment. The main objective of this work is to answer whether there is evidence of the utility of SPSM in the software industry. We carried out a Systematic Literature Review (SLR) based on conference/journal websites and with the help of digital libraries and search tools, in order to achieve the objective of this work. In particular, this work investigates, based on evidence from the literature, the following claims: *(i) SPSM is useful in the software industry; (ii) SPSM is not useful in the software industry; (iii) it is not possible to conclude whether or not SPSM is useful in the software industry.* In total, we identified 15 main studies, published from 2010 onwards, based on the review method of this SLR. Among the identified studies, 6 present results that attest the usefulness of SPSM in the software industry (*claim (i)*). On the other hand, 1 of the studies claim that SPSM is not useful in the software industry (*claim ii*), whereas 8 of the studies selected in this SLR indicate that it is not possible to conclude whether SPSM is useful or not in the software industry (*claim (iii)*). Based on the results found in this SLR, conducted over a period of 29 months, we conclude that it is not possible to certify whether or not SPSM is useful in the software industry (*claim (iii)*).

Keywords: SPSM. Simulation. Software industry. Simulation modeling. Project. Software process. Practice.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 3.1 -	<i>Método de revisão</i> usados nesta RSL.....	12
Quadro 4.1 -	Anais de conferências/periódicos usados neste trabalho, respectivas classificações Qualis (área de avaliação: Ciência da Computação) .....	16
Quadro 4.2	Bibliotecas digitais e respectivas <i>strings de busca</i> utilizadas neste trabalho.....	17
Quadro 5.1 -	<i>Passos e procedimentos para a tarefa selecionar os estudos principais</i> .....	18
Quadro 6.1-	Quantidade inicial de <i>estudos candidatos</i> encontrados em conferências e periódicos por ano.....	22
Quadro 6.2 -	Quantidade inicial de <i>estudos candidatos</i> encontrados em bibliotecas digitais e <i>Google Scholar</i> por ano.....	23
Quadro 6.3 -	Quantidade de <i>estudos candidatos</i> encontrados em sítios eletrônicos de conferências/periódicos, filtrados por título.....	23
Gráfico 6.1 -	Quantidade de <i>estudos candidatos</i> encontrados em sítios eletrônicos de conferências/periódicos, filtrados por <i>abstracts</i> ..	24
Gráfico 6.2 -	Quantidade de <i>estudos candidatos</i> e seus respectivos locais de publicação após remoção de estudos duplicados.....	25
Quadro 6.4 -	<i>Estudos principais</i> considerados relevantes para a nossa RSL com ano e local de publicação.....	26
Gráfico 6.3 -	Quantidade de <i>estudos principais</i> encontrados que se encaixam como relevantes à RSL por local de publicação.....	27

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	9
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE REVISÃO</b> .....	11
<b>4</b>	<b>FASE DE PLANEJAMENTO</b> .....	12
4.1	Tarefa: definir os participantes.....	12
4.2	Tarefa: identificar a pergunta de revisão da RSL.....	12
4.3	Tarefa: identificar a necessidade da RSL.....	13
4.4	Tarefa: definir a estratégia de busca.....	13
4.4.1	Passo: identificar os estudos iniciais.....	13
4.4.2	Passo: derivar palavras-chave e <i>string de busca</i> .....	14
4.4.3	Passo: definir as fontes de pesquisa.....	15
4.5	Tarefa: validar o protocolo de revisão.....	16
<b>5</b>	<b>FASE DE CONDUÇÃO</b> .....	17
5.1	Tarefa: selecionar os estudos principais.....	17
5.1.1	Passo preliminar.....	19
5.1.2	Passo intermediário.....	19
5.1.3	Passo avançado.....	20
<b>6</b>	<b>FASE DE CONCLUSÃO</b> .....	22
6.1	Tarefa: sintetizar os dados.....	22
<b>7</b>	<b>AMEAÇAS À VALIDADE DOS RESULTADOS</b> .....	27
<b>8</b>	<b>CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS</b> .....	28
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

A área de Modelagem de Simulação de Processos de *Software*, do inglês *Software Process Simulation Modeling* (SPSM), tem o potencial de auxiliar a tomada de decisão de gestores da indústria de *software* em níveis estratégicos, táticos e operacionais (KELLNER; MADACHY; RAFFO, 1999).

Questões como gestão estratégica, treinamento de pessoal, gestão de cronograma, previsibilidade de resultados, dentre outras, podem ser investigadas com SPSM (ZHANG et al., 2011). Além do potencial no auxílio à tomada de decisão, a SPSM permite reduzir custos e melhorar a qualidade e eficiência de projetos de desenvolvimento de *software* (GARCIA et al., 2020).

Apesar de todos os benefícios reivindicados por pesquisadores da área de SPSM, não há consenso sobre sua utilidade na indústria de *software*. Alguns autores afirmam que a SPSM possui utilidade (ZHANG et al. 2011; AKERELE, 2017), outros argumentam que não há real utilidade no meio industrial (PFAHL, 2014), enquanto alguns são inconclusivos em relação à utilidade ou não (ALI, PETERSEN e WOHLIN, 2014; GARCIA et al., 2020).

Este trabalho usa o termo *indústria de software* em uma associação ao meio empresarial, com foco na produção e comercialização de bens ou serviços, neste caso, *software*. Portanto, como forma de melhor delimitar o escopo do trabalho, excluímos indústrias que não produzem *software* como atividade fim (por exemplo, indústria automotiva, energética, de construção civil, da área de saúde, dentre outras). O escopo "indústria de *software*" inclui qualquer aspecto relacionado à produção de *software*, tais como gestão, análise, *design*, desenvolvimento, operação e manutenção.

O principal objetivo deste trabalho é responder se há evidências na literatura que corroborem ou não a utilidade da área de SPSM na indústria de *software*. De maneira a atingir o objetivo do trabalho, realizamos uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), utilizando buscas a sítios eletrônicos de periódicos e conferências, bibliotecas digitais e ferramentas de busca como *Google Scholar*, além de planilhas eletrônicas criadas para tabulação dos resultados.

Em particular, esta RSL investiga as seguintes reivindicações: (i) *a SPSM tem utilidade na indústria de software*; (ii) *a SPSM não tem utilidade na indústria de*

*software*; (iii) não é possível concluir se a SPSM possui ou não utilidade na indústria de *software*.

Este trabalho está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta a revisão bibliográfica. O *método de revisão* usado para atender o objetivo deste trabalho está descrito na Seção 3. As Seções 4, 5 e 6 apresentam detalhes das fases dos métodos de revisão usados nesta RSL. As ameaças à validade dos resultados encontrados nesta RSL são apresentadas na Seção 7. Por fim, a Seção 8 apresenta conclusões e trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nas últimas décadas, a SPSM tem sido um tópico ativo de pesquisa. Kellner et al. (1999), apresentam um panorama sobre a SPSM por meio de respostas a três perguntas: “por quê?”, “o quê?” e “como?”. A partir do trabalho de Kellner et. al, alguns estudos, incluindo RSLs sobre SPSM, foram publicados na literatura.

Zhang, Kitchenham e Pfahl (2008, 2010) avaliam, via RSL, a evolução dos propósitos da SPSM, desde a publicação do trabalho de Kellner et al. (1999). Os autores apresentam resultados com relação a paradigmas de simulação, ferramentas, tópicos de pesquisas e os escopos dos modelos de simulação (por exemplo, projeto, fase, iteração, evolução). Estes dois estudos não mencionam a utilidade de SPSM na indústria de *software*.

Filho e Rocha (2010) concluem que o uso da SPSM tem aumentado gradativamente em grandes indústrias de *software*, porém, o aumento do uso não se aplica às pequenas e médias empresas de *software*, dada a falta de conhecimento sobre simulação, a ausência de recursos e a escassez de dados históricos dos projetos.

Zhang et al. (2011) concluem que SPSM tem um impacto significativo no meio industrial de *software*, embora dependa de fatores críticos para o sucesso na indústria, como a associação com outras técnicas, ou práticas de processo de desenvolvimento de *software* e a colaboração entre pesquisadores e profissionais.

Ali e Petersen (2012) fornecem um processo para SPSM aplicado com sucesso em uma grande indústria de telecomunicações. Segundo os autores, o processo

apresentado possui descrições amplas para uso geral na indústria (não apenas de *software*), mas precisa ser complementado com práticas relevantes para o domínio de desenvolvimento de *software* e precisa ser validado e melhorado com evidência empírica.

Gao et al. (2014) apresentam uma RSL, usando a estratégia de busca baseada em QGS - *Quasi Gold Standard* (ZHANG; BABAR; TELL, 2011) - no período de 2008 a 2012. Os autores concluem que os estudos envolvendo modelos de simulação de processo de *software* carecem de experimentos em problemas de escala industrial.

Zhang et al. (2014) buscam identificar a utilidade da SPSM na indústria de *software*. Os autores concluem que a aceitação e a vontade de se criar ou usar modelos de simulação de processos de *software* nas organizações exige que os profissionais ou tomadores de decisão vejam valor suficiente nos modelos de simulação. No entanto, não foram encontradas evidências em larga escala que justificassem investimentos de SPSM na indústria de *software*. Uma possível justificativa para a falta de evidências reside no fato que SPSM demanda uma combinação de conhecimento e habilidade (por exemplo, modelagem, simulação, estatística e desenvolvimento de *software*) que é difícil de se encontrar na indústria.

Ali, Petersen e Wohlin (2014) apresentam uma RSL sobre uso industrial da SPSM. Segundo os autores, há falta de evidências e de resultados suficientes da utilidade, em especial sobre a aplicação a longo prazo, da SPSM na indústria de *software*.

Pfahl (2014) conclui que, apesar dos potenciais benefícios da SPSM e relatos de estudos sobre sua aplicação em contextos industriais, existem poucas evidências de que a SPSM tenha se tornado uma ferramenta aceita e usada regularmente na indústria de *software*, em especial por gerentes de projetos.

De acordo com Akerele (2017), a SPSM tem sido bastante aplicada na indústria de desenvolvimento de *software* em nuvem, principalmente devido à sua vantagem econômica de investigar o impacto das principais decisões sobre os fatores de sucesso dos projetos.

Garcia et al. (2020) conduzem uma ampla SLR sobre o tema SPSM. Os autores concluem que embora SPSM continue sendo abordada na comunidade científica, a maioria das propostas de SPSM são modelos teóricos ou protótipos de *software* em uso apenas na academia. Aplicações de SPSM em contextos industriais de *software* são escassas.

Dentre os trabalhos apresentados nesta seção, o descrito por Ali, Petersen e Wohlin (2014) é o que mais se aproxima de nosso esforço corrente, embora tenha sido publicado há quase uma década. Neste sentido, os resultados de nosso trabalho, apresentados na Seção 6, de certa forma, permitiram avaliar se os resultados encontrados por Ali, Petersen e Wohlin (2014) ainda são válidos nos dias atuais.

### 3 MÉTODO DE REVISÃO

Uma RSL é um meio de identificar e interpretar estudos (por exemplo, artigos, dissertações, teses e relatórios técnicos), disponíveis e relevantes para uma questão de pesquisa específica, por meio de um método sistemático, rigoroso e auditável (KITCHENHAM; BRERETON, 2013).

O principal objetivo de uma RSL é encontrar o máximo de *estudos principais* (*primary studies*) que sejam relevantes para uma determinada questão de pesquisa.

Kitchenham (2007) propõe um método para condução de RSLs constituído de 3 fases: (i) *planejamento*, (ii) *condução* e (iii) *conclusão*. As fases do método original proposto por Kitchenham são constituídas de *etapas* que foram aperfeiçoadas posteriormente (KITCHENHAM e BRERETON, 2013). Os aperfeiçoamentos foram feitos em resposta a problemas identificados e sugestões de melhorias no método original por diversos pesquisadores ao longo dos anos, dentre eles, Zhang, Babar e Tell (2011) e Wohlin (2013).

Nós seguimos uma versão adaptada do *método* de Kitchenham e Brereton (2013) na condução desta RSL, que se iniciou no mês de fevereiro de 2020 e se estendeu até agosto de 2022. As adaptações foram feitas mudando os nomes de alguns termos utilizados de forma a facilitar a sistematização do *método*. Dessa forma, nosso *método* é constituído de *fases*, *atividades*, *tarefas* e *passos*, conforme exibido no Quadro 3.1. Vale a pena ressaltar que, embora, por exemplo, as *tarefas* listadas no Quadro 3.1 pareçam sequenciais, muitas delas envolvem iterações não lineares, com os resultados de algumas sendo refinados iterativamente ao longo da RSL.

As Seções 4, 5 e 6 descrevem em detalhes como cada *fase* foi conduzida durante esta RSL.

Fase	Atividade	Tarefas/Passos
<b>Planejamento</b>	Definir o protocolo da RSL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarefa: definir os participantes</li> <li>- Tarefa: identificar a pergunta de revisão da RSL</li> <li>- Tarefa: identificar a necessidade da RSL</li> <li>- Tarefa: definir a estratégia de busca               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Passo: identificar os estudos iniciais</li> <li>- Passo: derivar palavras-chave e <i>strings</i> de busca</li> <li>- Passo: definir as fontes de pesquisa</li> </ul> </li> <li>- Tarefa: validar o protocolo de revisão</li> </ul>
<b>Condução</b>	Identificar os <i>estudos principais</i> da RSL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarefa: selecionar os <i>estudos principais</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Passo preliminar: Buscar estudos com palavras-chave e <i>strings</i> de busca</li> <li>- Passo intermediário: Organizar estudos encontrados com auxílio de planilhas eletrônicas</li> <li>- Passo avançado: Classificar estudos principais identificados.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Conclusão</b>	Criar o relatório com resultados da RSL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarefa: Sintetizar os dados</li> </ul>

Quadro 3.1 - *Método de revisão* usado nesta RSL, adaptado de Kitchenham e Brereton (2013).  
Fonte: Dos autores (2022).

## 4 FASE DE PLANEJAMENTO

Durante a *fase de planejamento*, um *protocolo* para a RSL é definido. A *atividade* para definição do *protocolo* é constituída de várias *tarefas* (veja Quadro 3.1), detalhadas a seguir.

### 4.1 Tarefa: definir os participantes

A RSL proposta neste trabalho envolve três pesquisadores, sendo estes, dois estudantes de graduação de Ciência da Computação e um professor orientador, que atua no papel de *especialista* para colaborar nas dúvidas e classificação dos estudos analisados. Cabe também ao *especialista* o voto de minerva quando os demais pesquisadores possuem dúvidas sobre a relevância ou não dos estudos para incluí-los na RSL.

### 4.2 Tarefa: identificar a pergunta de revisão da RSL

Esta RSL tem como *objetivo* responder à seguinte *Pergunta de Revisão* (PR):

PR: "A SPSM tem utilidade na indústria de software?"

### 4.3 Tarefa: identificar a necessidade da RSL

Julgamos necessária a condução desta RSL já que, conforme apresentado na Seção 2, encontramos reivindicações conflitantes sobre a utilidade da SPSM na indústria de *software* (FILHO e ROCHA, 2010; ZHANG et al., 2011; ALI, PETERSEN, WOHLIN, 2014; PFAHL, 2014). Tendo em vista que a primeira reivindicação explícita que encontramos data de 2010, este foi o ano escolhido como data base para a busca de estudos nesta RSL. Desta forma, buscamos por estudos associados à PR desta RSL no período de 2010 a 2022.

### 4.4 Tarefa: definir a estratégia de busca

A chance de ocorrência de erros durante a busca por *estudos principais* associados à PR é elevada, portanto *definir a estratégia de busca* é uma tarefa crucial para realizar uma RSL com sucesso, minimizando possíveis erros durante a condução da revisão.

A estratégia de busca descreve os métodos de procura e é normalmente conduzida de maneira subjetiva, utilizando conhecimento da área investigada pela RSL e explorando combinações de termos que busquem capturar os conceitos relevantes associados à PR.

#### 4.4.1 Passo: identificar os estudos iniciais

No intuito de tornar a estratégia de busca mais objetiva e auxiliar na definição de palavras-chave e construção da *string* de busca (veja Subseção 4.4.2), Zhang et al. (2011) apresentam uma abordagem, baseada nos conceitos *Quasi-Gold-Standard* (QGS) e *Quasi-Sensitive* (QS).

O conceito de QGS está associado à identificação de *estudos iniciais* para a RSL, conhecidos pela comunidade, e que sejam pertinentes à PR. Este conjunto de estudos é utilizado para extração de termos relevantes e definição da *string* de busca. O conceito de QS permite avaliar a estratégia de busca no intuito de aprimorá-la.

Os *estudos iniciais* via QGS são selecionados por meio de uma busca *semiautomatizada*. Parte da busca é feita pelo pesquisador de forma manual em sítios eletrônicos de conferências e periódicos e, outra parte da busca, de maneira automatizada, executada a partir da utilização de filtros de pesquisa presentes em bibliotecas digitais e ferramentas de busca como o *Google Scholar*. As *strings de busca* obtidas pela aplicação manual do QGS são usadas como entrada para a condução da busca automatizada.

Os *estudos iniciais* conhecidos pela comunidade científica para esta RSL são apresentados na Seção 2, desconsiderando os dois primeiros estudos nela descritos, já que são anteriores a 2010 e nosso critério de inclusão e exclusão engloba apenas estudos publicados a partir de 2010 (vide Seção 4.3).

Além do uso de QGS e QS, aplicamos a técnica de *bola de neve (snow ball)* (WOHLIN, PRIKLADNIK, 2013) nos *estudos iniciais* identificados. O conceito prescreve analisar, por exemplo, as citações, referências e trabalhos relacionados de cada *estudo inicial* obtido via QGS (*backward snowballing*) bem como os estudos que citam os *estudos iniciais* identificados (*forward snowballing*). Após análise, as referências relacionadas à PR (via *backward* e *forward snowballing*) foram incluídas nesta RSL.

#### **4.4.2 Passo: derivar palavras-chave e *string de busca***

A escolha adequada e minuciosa das palavras-chave colabora diretamente para a qualidade dos resultados de uma RSL (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007). Escolhemos as palavras-chave com base nos *estudos iniciais* identificados via QGS e na técnica de *snowball*. Seguem as palavras-chave usadas neste trabalho para as consultas realizadas nas fontes de pesquisa (apresentadas na próxima subseção), no intuito de encontrarmos estudos relevantes à PR.

"*software*", "*process*", "*project*", "*development*", "*model*", "*industry*", "*simulation*" e  
"*practice*".

#### 4.4.3 Passo: definir as fontes de pesquisa

Usamos os sítios eletrônicos de conferências e periódicos, além de bibliotecas digitais e a ferramenta *Google Scholar* como fontes de pesquisa para esta RSL. Algumas das fontes de pesquisa, tais como conferências e periódicos, são classificadas via sistema Qualis (CAPES, 2019), o que permite estratificar a qualidade dos *estudos* identificados.

O sistema Qualis classifica a produção científica dos programas de pós-graduação brasileiros no que diz respeito aos estudos publicados em diversos periódicos e conferências, englobando todas as áreas do conhecimento. O sistema Qualis está dividido em estratos, em ordem decrescente de valor, por exemplo, A1, A2, B1, B2, B3, B4, B5 e C. De maneira geral, quanto maior o valor do estrato, melhor a qualidade da conferência/periódico.

Conforme mencionado, além da busca em sítios eletrônicos de conferências e periódicos presentes no Quadro 4.1, nos beneficiamos de bibliotecas digitais selecionadas para nosso trabalho com base nas bibliotecas usadas nos *estudos iniciais* identificados via QGS.

O Quadro 4.2 apresenta a lista de bibliotecas digitais usadas neste trabalho e as respectivas *strings de busca*. Tendo em vista que cada biblioteca utiliza uma forma distinta para realizar as buscas de estudos, adaptamos as *strings de busca*, conforme pode ser visto na coluna "*String de busca*".

As *strings de busca* foram geradas a partir das palavras-chave, combinadas por meio de operadores lógicos, no intuito de filtrar a busca por estudos. Usamos os operadores lógicos "AND" e "OR" e também o operador curinga (\*).

Os operadores lógicos ajudam a encontrar melhores resultados na busca de evidências sobre a utilidade, não utilidade, ou inconclusão sobre o uso da SPSM na indústria de *software* (*reivindicações i, ii, e iii* deste trabalho, respectivamente). O operador "AND" permite englobar a ocorrência inclusiva das palavras-chave constituintes da *string de busca* na pesquisa dos estudos. O operador "OR", seleciona a ocorrência de pelo menos uma das *palavras-chave* na *string de busca* e, por fim, o operador curinga (\*) auxilia na busca de variações das palavras que contêm este operador. Os parênteses usados para separar os operadores lógicos têm a finalidade de agrupar o conjunto de condições.

Fonte	Conferência	Periódico	Qualis
IEEE Transactions on Software Engineering – IEEE		X	A1
ACM Transactions On Software Engineering and Methodology – ACM		X	A2
The Journal of Systems and Software – JSS		X	A2
International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering - SEKE	X		B1
International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement – ESEM	X		A2
International Conference on Product-Focused Software Process Improvement – PROFES	X		B1
International Conference on Software Engineering – ICSE	X		A1
Winter Simulation Conference – WSC	X		A2
International Journal of Simulation Modelling – IJSIMM		X	A2

Quadro 4.1 - Anais de conferências/periódicos usados neste trabalho, respectivas classificações Qualis (área de avaliação: Ciência da Computação).

Fonte: Dos autores (2022).

Tendo em vista que os *estudos iniciais* identificados via QGS estão em inglês, este foi o idioma escolhido na formulação das *strings de busca* apresentadas no Quadro 4.2.

#### 4.5 Tarefa: validar o protocolo de revisão

Kitchenham e Charters (2007) recomenda a execução de um piloto para validar e verificar se o *protocolo* usado para realizar a RSL obtêm bons resultados e, caso contrário, poder adaptar e melhorar o *protocolo* para uma melhor pesquisa.

Sendo assim, realizamos um projeto piloto de forma iterativa, utilizando a *estratégia de busca* apresentada na Seção 4.4. No final de cada iteração, as *strings de busca* eram refinadas para serem usadas na iteração seguinte.

O critério que utilizamos para verificação e validação dos resultados de cada iteração do projeto piloto foi que os *estudos iniciais* identificados via QGS (subseção 4.4.1) deveriam estar presentes na lista de estudos identificada no final de cada iteração do projeto piloto, mesmo após ajustes na *string de busca* ao final de cada iteração. Em todas as iterações do projeto piloto, após verificações, obtivemos uma lista que continha os *estudos iniciais* identificados via QGS, validando assim nosso *protocolo de revisão*.

Biblioteca Digital	String de busca
ACM Digital Library	((Full Text: "software process simulate") OR (Full Text: "software project simulate") OR (Full Text: "software development simulate") OR (Full Text: "software process simulation") OR (Full Text: "software project simulation") OR (Full Text: "software development simulation") OR (Full Text: "software process modeling") OR (Full Text: "software project modeling") OR (Full Text: "software development modeling") OR (Full Text: "software process modelling") OR (Full Text: "software project modelling") OR (Full Text: "software development modelling")) AND ((Full Text: indust*) OR (Full Text: pract*)) AND (Publication Date: (01/01/2010 TO 12/31/2022))
IEEE Xplore	("Full Text Only": "software process simulate" OR "Full Text Only": "software project simulate" OR "Full Text Only": "software development simulate" OR "Full Text Only": "software process simulation" OR "Full Text Only": "software project simulation" OR "Full Text Only": "software development simulation") AND ("Full Text Only": model*) AND ("Full Text Only": industr* OR "Full Text Only": pract*) Filters Applied: 2010 – 2022
ScienceDirect	("software process simulation" OR "software project simulation" OR "software development simulation") AND ("model" OR "modeling") AND ("industry" OR "pract") Year: 2010-2022 ("software process simulate" OR "software project simulate" OR "software development simulate") AND ("model" OR "modeling") AND ("industry" OR "pract") Year: 2010-2022
SpringerLink	("software process simulate" OR "software project simulate" OR "software development simulate" OR "software process simulation" OR "software project simulation" OR "software development simulation") AND model* AND (indust* OR pract*) within 2010-2022
Google Scholar	allintitle: Software (Process OR Development OR Project) (Simulation OR Simulate) (Modeling Or Modelling) (Industry OR Practice) período específico 2010-2022

Quadro 4.2 - Bibliotecas digitais e respectivas strings de busca utilizadas neste trabalho.

Fonte: Dos autores (2022).

## 5 FASE DE CONDUÇÃO

Na fase de condução da RSL, executamos a atividade "identificar os estudos principais da RSL". Esta atividade é constituída da tarefa de selecionar os estudos principais, que por sua vez é subdividida nos passos preliminar, intermediário e avançado.

### 5.1 Tarefa: selecionar os estudos principais

Uma das maiores dificuldades de uma RSL reside na tarefa de selecionar os estudos principais, tendo em vista o grande número de resultados retornados durante

a fase de condução da revisão (FELIZARDO et al., 2012). Para facilitar nosso trabalho, optamos por subdividir a tarefa de *selecionar os estudos principais* em três passos: *preliminar*, *intermediário* e *avançado*. Criamos 3 planilhas eletrônicas (uma para cada passo) para armazenamento dos resultados. O Quadro 5.1 apresenta a descrição e respectivos *procedimentos* realizados em cada passo. Detalhes adicionais são apresentados na sequência.

Passo	Descrição	Escopo e procedimento(s) realizado(s)
Preliminar	Identificar estudos candidatos a <i>estudos principais</i>	<p>Para os sítios eletrônicos de conferências/periódicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escopo: título dos estudos.</li> <li>- Procedimentos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cópia para uma planilha eletrônica dos títulos de estudos encontrados nas buscas.</li> </ul> </li> </ul> <p>Para o <i>Google Scholar</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escopo: título dos estudos.</li> <li>- Procedimentos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso das <i>strings de busca</i> (Quadro 4.2) apenas nos títulos.</li> <li>- Cópia para uma planilha eletrônica dos títulos de estudos encontrados nas buscas.</li> </ul> </li> </ul> <p>Para as bibliotecas digitais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escopo: todo o conteúdo do estudo.</li> <li>- Procedimentos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso das <i>strings de busca</i> (Quadro 4.2), por todo o conteúdo do estudo (não apenas o título).</li> <li>- Cópia para uma planilha eletrônica dos títulos de estudos encontrados nas buscas.</li> </ul> </li> </ul>
Intermediário	Filtrar estudos candidatos e copiar os resumos ( <i>abstracts</i> ).	<p>Para sítios eletrônicos de conferências/periódicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escopo: título dos estudos.</li> <li>- Procedimentos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação de filtros nos títulos a partir das palavras chave para selecionar estudos que são voltados ao tema da RSL.</li> <li>- Cópia dos <i>abstracts</i> para uma segunda planilha com títulos de estudos selecionados a partir da seleção feita com as palavras-chave nos títulos.</li> <li>- Aplicação das <i>strings</i> de busca nos <i>abstracts</i> dentro da própria planilha para refinar a busca.</li> </ul> </li> </ul> <p>Para bibliotecas digitais:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escopo: <i>abstract</i>.</li> <li>- Procedimentos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cópia dos <i>abstracts</i> para a planilha com títulos de estudos selecionados a partir da seleção feita com as <i>strings de busca</i>.</li> </ul> </li> </ul>
Avançado	Classificar os estudos candidatos identificando os <i>estudos principais</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escopo: estudos candidatos</li> <li>- Procedimentos <ul style="list-style-type: none"> <li>- Classificação dos estudos em uma de 3 categorias: <ul style="list-style-type: none"> <li>A - Relevante</li> <li>B - Irrelevante</li> <li>C - Inconclusivo</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

Quadro 5.1 - Passos e procedimentos para a tarefa *selecionar os estudos principais*.

Fonte: Dos autores (2022).

### 5.1.1 Passo preliminar

O objetivo do *passo preliminar* é fazer uma seleção inicial de estudos a serem incluídos na RSL. Para realizar o objetivo do *passo preliminar*, adotamos o procedimento de separar as *buscas manuais* realizadas em sítios eletrônicos de conferências/periódicos das *buscas automatizadas* feitas via *Google Scholar* e em bibliotecas digitais.

No caso da *busca manual*, buscamos os títulos de todos os estudos presentes nos sítios eletrônicos dos periódicos e conferências (Quadro 4.1), publicados no período de 2010 a 2022. Os títulos foram selecionados manualmente com base em critério subjetivo de aderência do título à PR. Os títulos selecionados, junto com o ano de publicação e o nome dos autores, foram armazenados em uma planilha eletrônica.

De forma a validar a *busca manual*, propensa a erros, decidimos realizar uma *busca automatizada* com a ferramenta *Google Scholar* (Quadro 4.2). A restrição ao título dos estudos foi necessária, pois o *Google Scholar* é mais um mecanismo de pesquisa que um banco de dados bibliográficos. Dessa forma, restringimos a pesquisa utilizando a *string de busca* (Quadro 4.2) apenas nos títulos dos estudos, evitando o conteúdo dos *abstracts*, assim como foi feito na *busca manual*.

Já nas bibliotecas digitais, aplicamos os filtros fornecidos para pesquisas avançadas nas próprias bibliotecas, usando as palavras-chave e *strings de busca* em todo o conteúdo dos estudos, do título às referências.

Todos os títulos de estudos encontrados no *passo preliminar* foram armazenados e organizados em planilhas eletrônicas, em ordem cronológica, para facilitar a realização dos próximos passos (*intermediário* e *avanzado*) da tarefa de *selecionar os estudos principais*.

### 5.1.2 Passo intermediário

No *passo intermediário* usamos uma segunda planilha eletrônica. Esta segunda planilha foi alimentada com resultados da aplicação de filtros nos títulos (criados a partir das *palavras-chave* - Subseção 4.4.2) na primeira planilha eletrônica criada no *passo preliminar*, de forma a reduzir a quantidade de resultados encontrados nos sítios eletrônicos de conferências e periódicos. Além disso, acrescentamos nesta segunda

planilha eletrônica os *abstracts* dos estudos selecionados a partir das bibliotecas digitais, presentes na primeira planilha criada no *passo preliminar*.

Entretanto, percebemos a necessidade de refinar a busca em conferências/periódicos, pois alguns estudos possuíam algumas das *palavras-chave* em seu título, mas não abordavam o assunto da *PR* em seu texto. Dessa forma, após selecionarmos os títulos por meio dos rastreamentos anteriores, incluímos na planilha os *abstracts* destes respectivos estudos.

Para completar a busca e englobar o maior número de estudos associados com esta RSL, transcrevemos os títulos dos estudos e seus respectivos *abstracts* na planilha eletrônica. Em seguida, usamos a *string de busca* com auxílio dos filtros da planilha eletrônica (Quadro 4.2), a fim de encontrar nos *abstracts* somente estudos voltados ao tema desta RSL. Após a aplicação dos filtros, aqueles estudos selecionados seguiam para a aplicação do passo seguinte (*passo avançado*).

Na seleção referente às bibliotecas digitais, como os filtros dos próprios sítios eletrônicos aplicam as *strings de buscas* em todo corpo do estudo, utilizamos este passo, para organizar os estudos encontrados na planilha eletrônica, separando por biblioteca e por ordem cronológica.

Por fim, após organizar todos os títulos e salvarmos todos os *abstracts* e *palavras-chave*, seguimos com o *passo avançado* de maneira a afunilar os resultados das buscas, trazendo apenas estudos que abordam a utilidade da SPSM na indústria de *software*.

### **5.1.3 Passo avançado**

Depois de aplicarmos os *passos preliminar e intermediário*, realizamos o *passo avançado*. Este passo classifica os *estudos candidatos* obtidos nos passos anteriores e identifica os *estudos principais* desta RSL.

Para realização deste passo, removemos os estudos duplicados, por meio de organização em ordem alfabética e uso de filtro na planilha eletrônica e iniciamos a leitura dos *títulos, abstracts e palavras-chave* de cada *estudo candidato* encontrado até o momento.

Após a leitura, ainda havia estudos em que não estava claro para nós se os mesmos abordaram o assunto primordial desta RSL. Sendo assim, nesses estudos

que geraram dúvidas, usamos estratégias de leitura de texto conhecidas como *Skimming* e *Scanning* (DIENER, 2019).

*Skimming* consiste em uma rápida e superficial “olhada” no texto (neste caso, em todo texto) para identificar o assunto principal e *scanning*, que também é uma leitura rápida, utilizada para encontrar informações específicas nos textos, visando indícios da utilidade da SPSM na indústria de *software*.

Após selecioná-los utilizando a leitura dos *abstracts* e estratégias de leitura de texto, classificamos os estudos identificados em três *categorias*: *A - relevante*, *B - irrelevante* e *C - inconclusivo*. Sendo estas:

*A - Relevante*: o estudo possui potencial para inclusão nos resultados do nosso trabalho, no qual, pela leitura dos títulos, *abstracts* e palavras-chave, já abordam o tema da nossa RSL.

*B - Irrelevante*: o estudo não possui potencial para inclusão nos resultados de nossa pesquisa, seja, pela leitura dos títulos, *abstracts* e/ou palavras-chave. Estudos que não abordam o tema da nossa RSL.

*C - Inconclusivo*: não se pode afirmar inicialmente se o estudo possui ou não potencial para inclusão nos resultados do nosso trabalho, pois pela leitura dos títulos, *abstracts* e palavras-chave, não é possível concluir se o conteúdo abordado é tema desta pesquisa, sendo necessário também a colaboração do especialista para classificação do estudo.

Para qualificar os estudos como *relevante*, *irrelevante* ou *inconclusivo* utilizamos a pergunta:

*"Os estudos analisados relacionam-se à utilidade da SPSM na indústria de software?"*

A pergunta de classificação tem 3 possíveis respostas: *sim*, *não* ou *inconclusivo*. Caso a resposta seja "*Sim*", o estudo é *relevante*, indicando que ele contém possíveis dados sobre SPSM na indústria de *software*. Caso a resposta seja "*Não*", indica que o estudo não aborda o tema proposto para a pesquisa. Por último, caso a resposta seja "*Inconclusivo*", não é possível concluir se o estudo permite concluir se a SPSM tem ou não utilidade na indústria de *software*. Para este último caso, o apoio do *especialista* se faz necessário.

## 6 FASE DE CONCLUSÃO

Uma vez selecionados os *estudos principais* da pesquisa (*fase de condução*), durante a *fase de conclusão*, executamos a atividade de *criar o relatório com resultados da RSL* (veja Quadro 3.1). A atividade de criação do relatório é constituída da tarefa de *sintetizar os dados*.

### 6.1 Tarefa: sintetizar os dados

No *passo preliminar* da tarefa *selecionar os estudos principais* (Subseção 5.1.1), realizamos pesquisas manuais em cada edição de conferências e de periódicos disponibilizadas nas páginas *web* dos respectivos sítios eletrônicos. Sendo assim, copiamos todos os títulos encontrados (média de 10 a 15 estudos por página) e os salvamos na primeira planilha eletrônica.

Encontramos um total de 15278 estudos que, a princípio, podem se enquadrar em nossa RSL (*estudos candidatos*). Desta forma, organizamos os estudos, conforme exibido no Quadro 6.1, contabilizando a quantidade encontrada nas conferências e periódicos, descritos por suas respectivas siglas e por seu ano de edição/publicação (consulte o Quadro 4.1 para o nome completo da conferência/periódico).

Local/ Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
IEEE	59	51	86	100	64	63	62	61	61	60	63	237	59	1026
ACM	13	18	18	36	44	24	16	12	24	24	31	97	17	374
JSS	218	172	220	229	165	183	238	219	230	186	185	287	83	2615
SEKE	148	148	143	143	140	140	122	121	134	140	100	0	0	1479
ESEM	68	73	46	56	73	36	64	61	66	48	42	77	0	710
PROFES	30	26	33	37	31	46	66	56	36	57	28	20	0	466
ICSE	263	232	247	278	265	336	231	313	484	328	478	367	0	3822
WSC	312	387	437	352	354	412	347	475	350	309	279	252	0	4266
IJSIMM	16	16	16	20	40	60	60	60	60	60	60	36	16	520
<b>Total</b>	<b>1127</b>	<b>1123</b>	<b>1246</b>	<b>1251</b>	<b>1176</b>	<b>1300</b>	<b>1206</b>	<b>1378</b>	<b>1445</b>	<b>1212</b>	<b>1266</b>	<b>1373</b>	<b>175</b>	<b>15278</b>

Quadro 6.1 - Quantidade inicial de *estudos candidatos* encontrados em conferências e periódicos por ano.

Fonte: Dos autores (2022).

Ainda no *passo preliminar* da tarefa *selecionar os estudos principais*, com auxílio das *strings de busca* (Quadro 4.2), encontramos um total de 442 estudos em bibliotecas digitais (por meio das buscas realizadas em todo o corpo dos estudos) e 43 estudos via *Google Scholar* (por meio das buscas realizadas somente nos títulos dos estudos). O Quadro 6.2 apresenta os resultados (485 estudos), separados por ano.

Local/ Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
<i>Springer Link</i>	17	15	6	2	7	5	10	11	6	6	12	10	7	114
<i>ACM</i>	16	12	21	9	6	10	8	9	12	9	7	2	1	122
<i>IEEE Xplore</i>	18	18	30	15	3	10	7	11	8	13	8	8	4	153
<i>Science Direct</i>	5	2	2	2	3	6	3	4	11	5	6	4	0	53
<i>Google Scholar</i>	4	4	5	2	5	4	4	2	1	5	3	4	0	43
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>51</b>	<b>64</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>35</b>	<b>32</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>38</b>	<b>36</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>485</b>

Quadro 6.2 - Quantidade inicial de *estudos candidatos* encontrados em bibliotecas digitais e *Google Scholar* por ano.

Fonte: Dos autores (2022).

Local/ Ano	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
IEEE	2	6	2	7	4	1	3	3	1	1	1	3	1	35
ACM	0	1	2	1	2	1	0	0	1	0	0	0	0	8
JSS	10	5	7	11	9	6	10	6	4	2	5	5	3	83
SEKE	21	22	12	15	14	10	12	11	16	15	6	0	0	154
ESEM	1	3	4	1	3	1	2	3	3	0	0	2	0	23
PROFES	2	2	1	11	0	3	3	4	3	3	1	0	0	33
ICSE	11	9	3	9	9	6	3	10	13	3	7	4	0	87
WSC	1	6	6	4	3	2	4	5	1	1	0	5	0	38
IJSIMM	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	1	5
<b>Total</b>	<b>48</b>	<b>54</b>	<b>37</b>	<b>59</b>	<b>44</b>	<b>30</b>	<b>37</b>	<b>42</b>	<b>44</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	<b>466</b>

Quadro 6.3 - Quantidade de *estudos candidatos* encontrados em sítios eletrônicos de conferências/periódicos, filtrados por título.

Fonte: Dos autores (2022).

No *passo intermediário* da tarefa *selecionar os estudos principais* (Subseção 5.1.2), restringimos os resultados do *passo preliminar*, aplicando filtros nos títulos dos

*estudos candidatos* oriundos de conferências/periódicos, obtendo um total de 466 estudos, conforme Quadro 6.3.

Ainda no *passo intermediário*, aplicamos novamente os filtros (dessa vez nos *abstracts* e não nos títulos dos estudos de conferências/periódicos). Como resultado deste passo, selecionamos um total de 207 *estudos candidatos*, apresentados no Gráfico 6.1, como possíveis *estudos principais* para esta RSL.

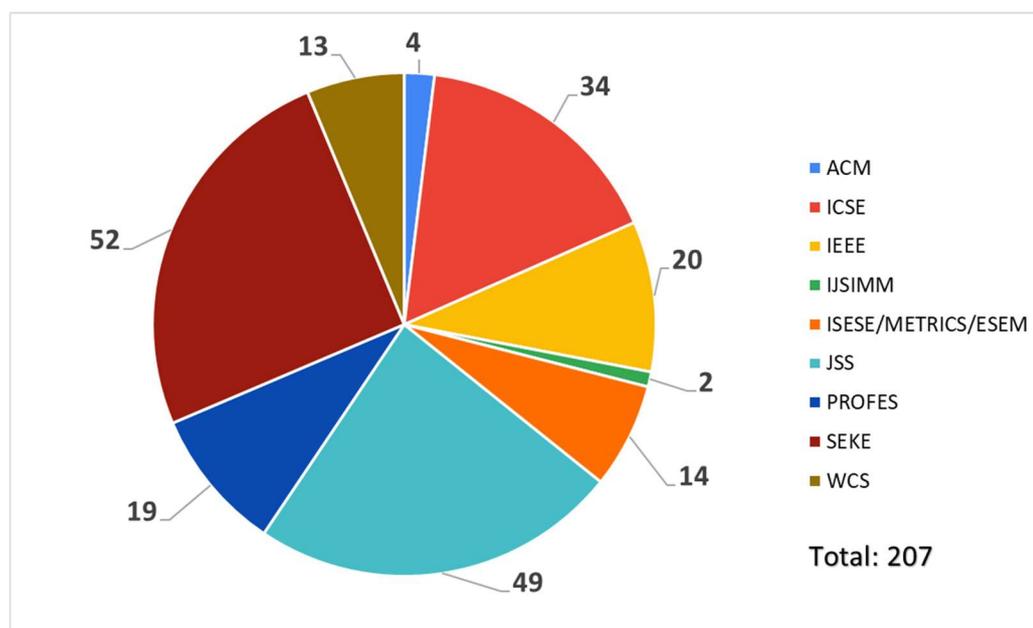


Gráfico 6.1 - Quantidade de *estudos candidatos* encontrados em sítios eletrônicos de conferências/periódicos, filtrados por *abstracts*.

Fonte: Dos autores (2022).

Conforme discutido na Subseção 5.1.1, o *passo intermediário* da tarefa *selecionar os estudos principais* via bibliotecas digitais é utilizado apenas para organizar os estudos encontrados, logo os resultados apresentados no Quadro 6.2 se mantêm. Deste modo, encontramos um total de 692 *estudos candidatos* (incluindo conferências, periódicos, bibliotecas digitais e *Google Scholar*), sendo 485 estudos (Quadro 6.2) adicionados a 207 estudos (Gráfico 6.1).

Por fim, antes de entrarmos no *passo avançado* da tarefa *selecionar os estudos principais*, filtramos pela planilha eletrônica os estudos que estavam duplicados, excluindo 60 deles. Consequentemente, no final do *passo intermediário* da tarefa *selecionar os estudos principais*, obtivemos um total de 632 estudos, conforme Gráfico 6.2.

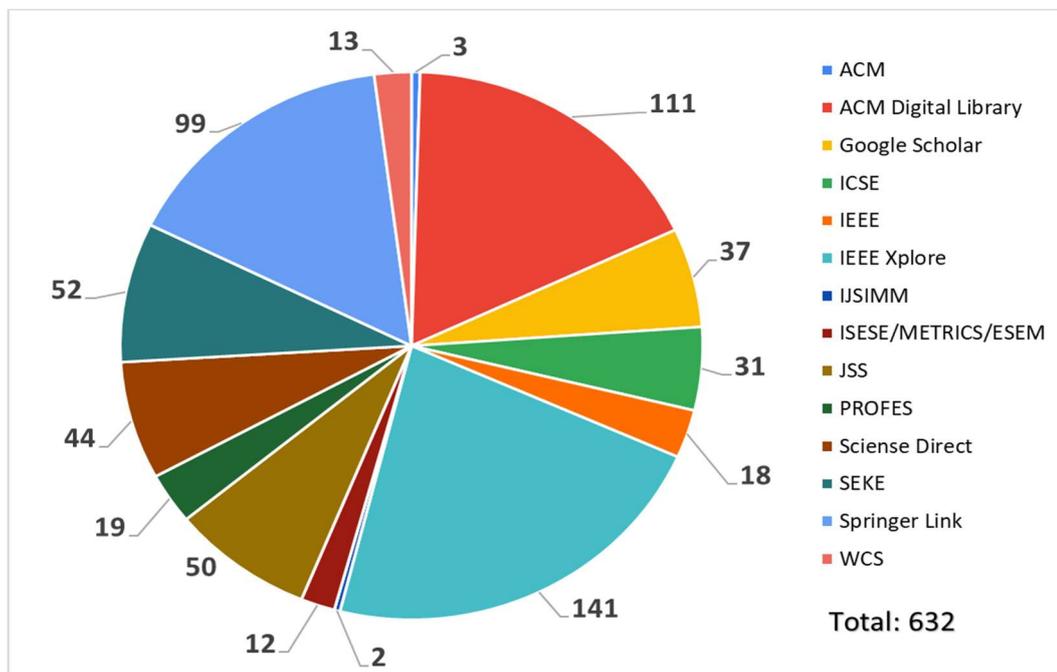


Gráfico 6.2 - Quantidade de *estudos candidatos* e seus respectivos locais de publicação após remoção de estudos duplicados.

Fonte: Dos autores (2022).

Em seguida, aplicamos os procedimentos do *passo avançado* (Subseção 5.1.3), no qual realizamos a leitura dos *abstracts* de cada estudo encontrados em passos anteriores. Após a seleção usando este passo, classificamos os estudos em: 15 relevantes e 617 irrelevantes. Vale ressaltar, que 12 estudos foram inconclusivos entre os 2 pesquisadores e que demandaram intervenção do especialista para classificação. O Quadro 6.4 apresenta os resultados.

Após realizarmos a tarefa de *selecionar os estudos principais* da *fase de condução* da RSL, incluindo seus 3 passos (*básico*, *intermediário* e *avançado*), encontramos um total de 15 *estudos principais*, apresentados no Gráfico 6.3. São eles: 6 estudos apresentam resultados que atestam a utilidade de SPSM na indústria (*reivindicação (i)*), 1 alega que a SPSM não tem utilidade na indústria de *software* (*reivindicação (ii)*), enquanto 8 indicam não ser possível concluir sobre a utilidade ou não da SPSM na indústria de *software* (*reivindicação (iii)*).

<b>Títulos dos estudos</b>	<b>Ano</b>	<b>Periódico/ Conferência</b>	<b>Biblioteca Digital</b>
A systematic literature review on the industrial use of software process simulation	2014		X
Impact of Process Simulation on Software Practice:An Initial Report	2011	X	X
Software Process Simulation Modeling:An Extended Systematic Review	2010		X
Software Process Simulation Modeling: Systematic literature review	2020		X
Towards guidelines for conducting software process simulation in industry	2013	X	
Process Simulation: A Tool for Software Project Managers?	2014		X
A Consolidated Process for Software Process Simulation: State of the Art and Industry Experience	2012		X
A Discrete Event Simulation Model to Evaluate Changes to a Software Project Delivery Proces	2011		X
Evolving process simulators by using validated learning	2012		X
GoPoMoSA: A Goal-Oriented Process Modeling and Simulation Advisor	2011		X
Research and practice reciprocity in software process simulation	2012		X
Software Process Simulation Modelling for Agile Cloud Software Development Projects: Techniques and Applications	2017		X
Special panel: Software Process Simulation — At a crossroads?	2012		X
Towards an Approach to Support Software Process Simulation in Small and Medium Enterprises	2010		X
Understanding the Dynamics of Software Projects: An Introduction to Software Process Simulation	2014		X

Quadro 6.4 - *Estudos principais* considerados relevantes para a nossa RSL com ano e local de publicação.

Fonte: Dos autores (2022).

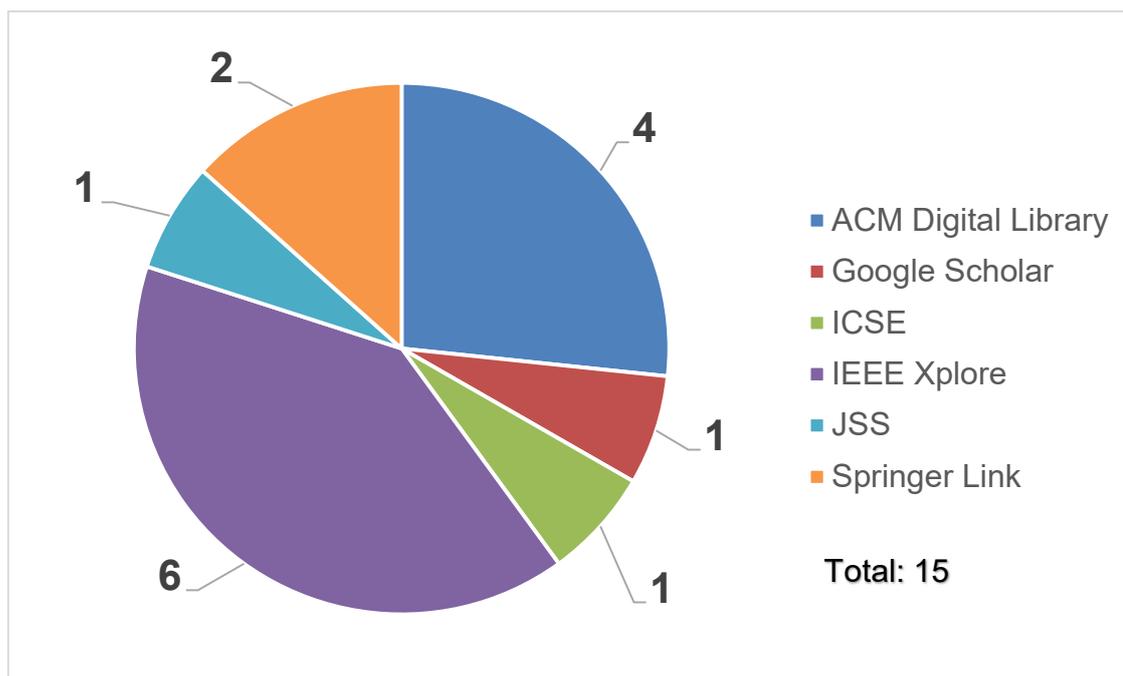


Gráfico 6.3 - Quantidade de *estudos principais* encontrados que se encaixam como relevantes à RSL por local de publicação.

Fonte: Dos autores (2022).

## 7 AMEAÇAS À VALIDADE DOS RESULTADOS

Conduzir uma RSL não é uma tarefa trivial. O uso de um método de revisão como o apresentado neste trabalho se torna imprescindível para evitar erros e minimizar a possibilidade de descartar ou não encontrar algum estudo que seja pertinente à PR.

Conforme apresentado, o método de revisão foi subdividido em *fases, atividades, tarefas, passos e procedimentos* que foram desempenhados de forma iterativa e incremental. Os resultados de cada iteração eram comparados com os resultados de iterações anteriores para minimizar a ocorrência de erros.

Usamos os conceitos de QGS e QS para identificar os *estudos iniciais* para esta RSL. Embora estes conceitos forneçam maior objetividade por parte dos pesquisadores e, na nossa opinião, seja um avanço no método original para condução de RSLs (KITCHENHAM e CHARTERS, 2007), estes ainda apresentam problemas e são sujeitos a manipulações já que dependem, por exemplo, da quantidade de estudos conhecidos pela comunidade, algo subjetivo.

Com base no que foi exposto, apesar de todo este esforço com análises minuciosas e vários testes realizados por parte dos pesquisadores que participaram desta RSL, reconhecemos a dificuldade em garantir uma cobertura completa de todos

os estudos publicados no período especificado (2010-2012) e, portanto, a possibilidade de ainda poder existir algum estudo pertinente à PR não encontrado ou descartado erroneamente durante o método de revisão.

Nosso resultado de que não é possível concluir se a SPSM possui ou não utilidade na indústria de *software* (*reivindicação iii*) vai ao encontro dos resultados obtidos em um estudo recente (GARCIA et al., 2020), o que nos induz a crer, que embora possamos ter "deixado de lado" algum estudo principal em nossa RSL, a chance de que nossa conclusão seja equivocada é minimizada.

## 8 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Esse trabalho tem como objetivo principal identificar os *estudos principais* com evidências que permitem concluir, não concluir, ou são inconclusivos com relação à utilidade da SPSM na indústria de *software*.

Identificamos 15 *estudos principais*, publicados a partir de 2010, com base no método de revisão desta RSL. Dentre os estudos selecionados, 6 apresentam resultados que atestam a utilidade de SPSM na indústria (*reivindicação i*). Por outro lado, 1 dos estudos encontrados alega que a SPSM não tem utilidade na indústria de *software* (*reivindicação ii*), enquanto 8 dos estudos selecionados nesta RSL indicam não ser possível concluir sobre a utilidade da SPSM na indústria de *software* (*reivindicação iii*).

Dessa forma, com os resultados obtidos nesta RSL, não é possível concluir se a SPSM possui ou não utilidade na indústria de *software* (*reivindicação iii*). Uma possível causa para esta conclusão é que, embora existam estudos com relatos de sucesso/insucesso em áreas/domínios particulares da indústria de *software*, não é possível generalizar os resultados destes estudos para outras áreas/domínios de aplicação.

Os nossos resultados podem representar uma oportunidade de trabalhos futuros sobre o tema. Dessa forma, observamos a necessidade de mais estudos sobre SPSM na indústria de *software* com foco nas *reivindicações i e ii* deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ALI, Nauman Bin; PETERSEN, Kai; WOHLIN, Claes. **A systematic literature review on the industrial use of software process simulation**. Journal Of Systems And Software, [S.L.], v. 97, p. 65-85, nov. 2014. Elsevier BV. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2014.06.059>>.

\_\_\_\_\_. **A Consolidated Process for Software Process Simulation: state of the art and industry experience**. 2012 38Th Euromicro Conference On Software Engineering And Advanced Applications, [S.L.], p. 327-336, set. 2012. IEEE. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1109/seaa.2012.69>>.

AKERELE, Olumide. **Software Process Simulation Modelling for Agile Cloud Software Development Projects: techniques and applications**. Strategic Engineering For Cloud Computing And Big Data Analytics, [S.L.], p. 119-139, 2017. Springer International Publishing. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-52491-7\\_7](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-52491-7_7)>. Acesso em: 25/06/2021.

CAPES - COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR. Plataforma Sucupira, 2019. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/>>. Acesso em: 24 de Agosto. 2021.

DIENER, Patrick. **Inglês Instrumental**. Contentus, 2019.

FELIZARDO, Katia; ANDERY; Gabbriel, PAULOVICH, Fernando; MINGHIM, Rosane; MALDONADO, José. **"A visual analysis approach to validate the selection review of primary studies in systematic reviews"**. Information and Software Technology, vol. 54, n. 10, Outubro 2012, pp. 1079-1091.

FILHO, Reinaldo Cabral Silva; ROCHA, Ana Regina Cavalcanti da. **Towards an Approach to Support Software Process Simulation in Small and Medium Enterprises**. 2010 36Th Euromicro Conference On Software Engineering And Advanced Applications, [S.L.], p. 209-305, set. 2010. IEEE. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1109/seaa.2010.67>>.

GARCÍA-GARCÍA, J.A.; ENRÍQUEZ, J.G.; RUIZ, M.; ARÉVALO, C.; JIMÉNEZ-RAMÍREZ, A.. **Software Process Simulation Modeling: systematic literature review**. Computer Standards & Interfaces, [S.L.], v. 70, p. 103425, jun. 2020. Elsevier BV. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1016/j.csi.2020.103425>>.

GAO, Chao; JIANG, Shu; RONG, Guoping. **Software process simulation modeling: preliminary results from an updated systematic review**. Proceedings Of The 2014 International Conference On Software And System Process - Iccsp 2014, [S.L.], p. 50-54, maio 2014. ACM Press. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1145/2600821.2600844>>.

KELLNER, Marc I; MADACHY, Raymond J; RAFFO, David M. **Software process simulation modeling: why? what? how?**. Journal Of Systems And Software, [S.L.], v. 46, n. 2-3, p. 91-105, abr. 1999. Elsevier BV. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/s0164-1212\(99\)00003-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0164-1212(99)00003-5)>.

KITCHENHAM, Barbara; CHARTERS, S., **Guidelines for Performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**, Technical Report EBSE-2007-01, School of Computer Science and Mathematics, Keele University, 2007.

\_\_\_\_\_ ; BRERETON, Pearl. **A systematic review of systematic review process research in software engineering**. *Information And Software Technology*, [S.L.], v. 55, n. 12, p. 2049-2075, dez. 2013. Elsevier BV. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1016/j.infsof.2013.07.010>>.

PFAHL, Dietmar. "Process Simulation: A Tool for Software Project Managers?" *Software Project Management in a Changing World*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2014. 425-446.

WOHLIN, Claes; PRIKLADNIKI, R. **Systematic literature reviews in software engineering**, *Inf. Softw. Technol.* 55 (2013) 919–920. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.infsof.2013.02.002>>.

ZHANG, He; JEFFERY, Ross; HOUSTON, Dan; HUANG, Liguo; ZHU, Liming. **Impact of process simulation on software practice**. Proceedings Of The 33Rd International Conference On Software Engineering, [S.L.], v. 11, p. 1046-1056, 21 maio 2011. ACM. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1145/1985793.1985993>>.

\_\_\_\_\_ ; RAFFO, David; BIRKHÖLTZER, Thomas; HOUSTON, Dan; MADACHY, Raymond; MÜNCH, Jürgen; SUTTON, Stanley M. **Software process simulation-at a crossroads?** *Journal Of Software: Evolution and Process*, [S.L.], v. 26, n. 10, p. 923-928, out. 2014. Wiley. Disponível em:<<http://dx.doi.org/10.1002/smr.1694>>.

ZHANG, He; KITCHENHAM, Barbara; PFAHL, Dietmar. **Software Process Simulation Modeling: facts, trends and directions**. 2008 15Th Asia-Pacific Software Engineering Conference, [S.L.], p. 59-66, 2008. IEEE. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/apsec.2008.50>>.

\_\_\_\_\_. **Software Process Simulation Modeling: an extended systematic review**. Lecture Notes In Computer Science, [S.L.], p. 309-320, 2010. Springer Berlin Heidelberg. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-14347-2\\_27](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-14347-2_27)>.

\_\_\_\_\_; BABAR, M. A.; TELL, P. Identifying relevant studies in software engineering. **Information and Software Technology** 53, pp. 625-637. 2011.