

Obtendo Casos de Uso a Partir de Modelos de Processos de Negócio: Uma Revisão Sistemática da Literatura

Victor F.A. Santander¹, Sidgley C. de Andrade², Ivonei F. da Silva¹, Alexandre L. B. Silva¹, Victor A. Pozzan¹, Marco A. Toranzo Céspedes³

¹ UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel/PR - Brasil

² UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Toledo/PR - Brasil

³ UCM – Universidad Católica del Maule, Talca - Chile

victor.santander@unioeste.br, sidgleyandrade@utfpr.edu.br
ivonei.silva@unioeste.br, albsilva@outlook.com,
victor.pozzan@unioeste.br, mtoranzo@ucm.cl

Resumo: Os modelos de processos de negócio servem como fonte de requisitos para a modelagem de sistemas de informação que podem ser construídos para operacionalizar processos organizacionais. Embora os requisitos possam ser representados através dos Casos de Uso, a transformação de um modelo em nível de negócio para um modelo em nível de sistema é dificultada devido à notação ou linguagem utilizada para modelar o negócio ser diferente da utilizada para modelar o sistema. Essa diferença entre modelos é uma das barreiras na obtenção ou definição de requisitos de qualidade, pois o engenheiro de requisitos pode ter pouco conhecimento sobre os conceitos de processos de negócio e a falta de iniciativas (abordagens, métodos, técnicas, processos ou ferramentas) que apoiem esse processo pode induzir o profissional a projetar o sistema de forma equivocada. Este trabalho conduz uma revisão sistemática com o objetivo de apresentar o atual estado da arte sobre a derivação de Casos de Uso a partir de modelos de processos de negócio, bem como fornecer um guia aos engenheiros de requisitos, apresentando um leque de possibilidades dessas iniciativas e seus principais conceitos e fundamentos.

Palavras-chave: Processos de Negócio, BPMN, Casos de Uso, Revisão Sistemática.

1 Introdução

Muitas organizações adotam a Gestão de Processos de Negócio, ou BPM (*Business Process Management*) [1], como disciplina gerencial. Isto quer dizer que a empresa começa a se organizar e ter seus negócios gerenciados com base em processos de negócio [2] bem estabelecidos, que definem o que a organização realiza para transformar matéria prima ou informações em produtos e serviços.

Conhecer os processos de negócio fornece uma visão mais clara de como os clientes participam do negócio da empresa, como também permite que a empresa se organize ajustando seus processos para atender os objetivos do planejamento estratégico. Cabe destacar que os processos de negócio também possibilitam olhar para “o que” e “como” as áreas da empresa interagem para entregar seus produtos e serviços, desde o

recebimento de materiais ou informações, passando por todas as etapas de transformação e agregação de valor até que o produto ou serviço seja entregue [2].

Para apoiar a documentação desses processos de negócios, dentro do ciclo de vida do BPM [3] existe uma fase denominada Desenho e Modelagem dos Processos de Negócio. Essa fase é utilizada pelas organizações para conhecer, documentar e melhorar os seus processos. Uma notação padrão para esta modelagem é o *Business Process Model and Notation* (BPMN).

A partir do momento que uma organização quer automatizar um processo, entra em prática a engenharia de requisitos [4]. A engenharia de requisitos utiliza técnicas de elicitação, análise e negociação, documentação, validação e gerência de requisitos, buscando garantir a completude e consistência do produto final, ou no nosso contexto, o processo de negócio automatizado [4].

A modelagem dos processos de negócio pode auxiliar a engenharia de requisitos na tarefa de extração de requisitos [7]. Esses requisitos podem ser modelados sob a visão do paradigma de desenvolvimento orientado a objetos através da *Unified Modelling Language* (UML) [5]. Dentre os diversos diagramas e descrições definidos pela UML que podem ser utilizados no processo de engenharia de requisitos, destacam-se os diagramas de Casos de Uso.

Os Casos de Uso especificam o comportamento de um sistema, ou parte dele, sendo uma descrição de um conjunto de sequências de ações, incluindo as possíveis variações nestas ações, que produzem um resultado observável de valor para um ator [5]. Os requisitos funcionais extraídos a partir dos modelos de processos de negócios originam esses Casos de Uso. Recomenda-se também que Casos de Uso sejam descritos textualmente. Para esse fim, há várias propostas na literatura como resumido em [11]. Desta forma, analisando as informações contidas, por exemplo, em modelos BPMN, pode ser possível identificar Casos de Uso do sistema. Alguns trabalhos como [6] [7] [12] [13] apresentam diretrizes para essa identificação. Contudo, é necessário identificar outros trabalhos na literatura da área que possam descrever as práticas, técnicas, processos e ferramentas que permitam ampliar e aprofundar a compreensão sobre o tema. Para esse fim, a engenharia de software recomenda a realização de uma revisão sistemática (RS) da literatura [8], na qual algumas questões de pesquisa podem ser respondidas usando um protocolo bem definido e sistemático.

Este artigo apresenta uma RS do estado da arte sobre a obtenção de Casos de Uso a partir de modelos de processos de negócio. Embora a abordagem comum adotada na literatura seja o mapeamento de elementos de uma dada notação de processo de negócio em elementos ou conjuntos de elementos UML, abordagens mais aprimoradas e semanticamente ricas que usam ontologias e frameworks foram encontradas nos 22 estudos selecionados e discutidos. O restante do artigo está estruturado como segue. A seção 2 introduz os conceitos de modelos de processo de negócio, Casos de Uso e mapeamento entre estes modelos. A seção 3 traz uma breve descrição sobre o planejamento da RS. A seção 4 apresenta a execução da RS e a seção 5, a análise dos resultados. Por fim, na seção 6 são apresentadas as considerações finais do trabalho.

2 Referencial Teórico

Um modelo de processo de negócio é uma abstração de como o processo funciona. Ele provê uma visão simplificada da estrutura do processo, facilitando a comunicação,

melhorias, inovações e definindo os requisitos necessários para sistemas que vão executar esse processo [2]. A modelagem de processos de negócio é formada por um conjunto de técnicas que buscam descrever as atividades dentro da empresa e como elas se relacionam e interagem com os recursos do negócio buscando alcançar o objetivo do processo. Cabe destacar neste contexto, a BPMN [1], que como padrão internacional para modelagem de processos de negócio, visa fornecer uma notação universal compreensível para os usuários e analistas do negócio, bem como para os técnicos que irão implementar e monitorar a tecnologia que irá suportar os processos.

No âmbito de requisitos de software, há os chamados requisitos funcionais que correspondem às funcionalidades do sistema. Tais requisitos dão origem aos Casos de Uso, que especificam o comportamento de um sistema, ou parte dele, sendo uma descrição de um conjunto de sequências de ações, incluindo as possíveis variações nestas ações, que produzem um resultado observável de valor para um ator [5]. Para Cockburn [9], um Caso de Uso captura um contato dos *stakeholders* do sistema e seu comportamento, mapeia o escopo do sistema, torna a comunicação com o usuário do sistema mais fluida e contribui com o gerenciamento do projeto. Cabe ressaltar que nos Casos de Uso, geralmente não são relatados detalhes específicos de implementação do sistema, uma vez que essas informações fazem parte de etapas que sucedem a engenharia de requisitos, como as fases de projeto e implementação [9].

Em um contexto de integração destes dois modelos, cabe ressaltar que as organizações estão cada vez mais buscando agilidade na identificação e definição dos seus processos de negócio, bem como desenvolvendo ferramentas para automatizar e melhorar a execução dos mesmos [2]. Com isso, as organizações estão colocando os modelos de processos de negócio no centro do processo de desenvolvimento de um sistema, para que a partir de um modelo abstrato do sistema, por exemplo o BPMN, seja possível gerar um modelo mais concreto e focado na funcionalidade do software a ser implementado, por exemplo, Casos de Uso. Contudo, neste processo de mapeamento existem vários desafios oriundos principalmente das diferenças de foco e representação destes modelos [6] [7]. Estratégias de integração destes modelos devem considerar estas diferenças e extrair ao máximo benefícios de ambos. Também cabe destacar nesse processo, o envolvimento de diferentes profissionais com diferentes *backgrounds*, como por exemplo, analistas de negócio focados no entendimento e descrição de processos de negócio e engenheiros de software, engenheiros de requisitos, arquitetos de software, entre outros, focados na descrição dos requisitos funcionais e não funcionais do sistema alvo. Lidar com a diferença de interesses e conhecimentos destes profissionais também é um desafio [6] [7]. Desta forma, a presente RS busca descrever as estratégias propostas de integração de modelos de processos de negócio com Casos de Uso, no intuito de fornecer informações mais detalhadas sobre técnicas, processos, ferramentas, vantagens e desvantagens destas estratégias. Esta revisão pode orientar profissionais envolvidos na elaboração destes modelos a escolher estratégias adequadas de acordo com seu contexto de trabalho. Outra motivação também está no amplo uso destas abordagens tanto em âmbito acadêmico quanto industrial. Em particular, a proposta apresentada em [12], com suporte computacional descrito em [7], envolvendo os autores do presente trabalho, precisa ser revista considerando novos trabalhos publicados sobre o tema.

3 Planejamento da Revisão Sistemática

A realização de uma RS envolve três fases principais [8]: fase de planejamento, fase de execução e fase de análise de resultados. A figura 1 ilustra o planejamento da RS (passos 1 a 7).

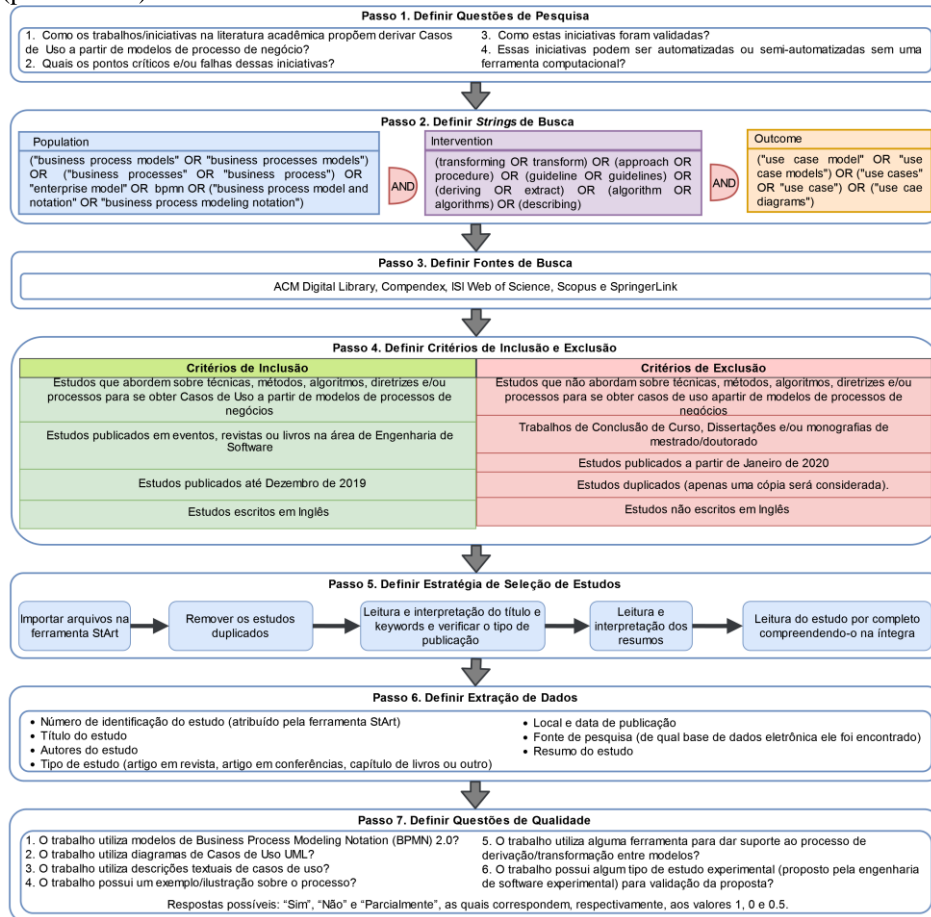


Figura 1. Resumo do planejamento da RS.

Tabela 1. Motivação das questões de pesquisa.

Questões de Pesquisa	Motivação
RQ1. Como os trabalhos/iniciativas na literatura acadêmica propõem derivar Casos de Uso a partir de modelos de processo de negócio?	Conhecer o estado da arte no que diz respeito à derivação de Casos de Uso a partir de modelos de processos de negócio. A RS pode permitir descrever quais meios de derivação são utilizados tais como diretrizes ou regras, bem como quais elementos de ambas as técnicas são considerados.
RQ2. Quais os pontos críticos e/ou falhas dessas iniciativas?	Identificar as limitações das abordagens apresentadas pelos trabalhos e iniciativas sobre derivação de Casos de Uso a partir de modelos de processo de negócio. Descrever essas limitações pode auxiliar engenheiros de software na escolha das melhores abordagens.
RQ3. Como estas iniciativas foram validadas?	Identificar as estratégias experimentais adotadas pelos trabalhos/iniciativas (por exemplo, Survey, Estudo de Caso e Experimento). Identificar a estratégia de validação é fundamental para corroborar os benefícios da proposta.
RQ4. Essas iniciativas podem ser automatizadas ou semi-automatizadas em uma ferramenta computacional?	Avaliar a potencialidade de automatização ou semi-automatização das abordagens de derivação de Casos de Uso a partir de modelos de processos de negócio. Propostas passíveis de automatização podem ser a base para melhorar o trabalho prévio apresentado em [12].

Também a facilidade de automatização pode ser um ponto crucial para a escolha da abordagem, considerando o alto esforço necessário em um processo manual.

As questões de pesquisa foram formuladas com base nos desafios inerentes à transformação entre modelos de processos de negócio e Casos de Uso (passo 1). A tabela 1 apresenta as motivações que originaram as quatro questões de pesquisa. A técnica PICO [8] foi adotada e interpretada dentro do contexto da RS para guiar a construção das *strings* de busca na língua inglesa (passo 2), as quais foram utilizadas para recuperar estudos nas bases de dados eletrônicas ACM Digital Library, Compendex, Scopus, ISI Web of Science e SpringerLink (passo 3). Outro aspecto importante da RS é a seleção dos estudos relevantes situados dentro das fronteiras das questões de pesquisa a partir de critérios de inclusão e exclusão (passos 4 e 5). Para o estudo ser selecionado como relevante, ele precisa atender todos os critérios de inclusão e, caso um critério de exclusão for atendido, o estudo deve ser rejeitado. Outros dados também foram extraídos dos estudos para ajudar na análise dos resultados (passo 6). Na sequência, uma avaliação de qualidade com seis questões foi aplicada nos estudos relevantes (passo 7). Cada questão foi respondida com “Sim”, “Não” e “Parcialmente”, sendo mapeadas para os valores 1, 0 e 0.5. Ao final, os valores de cada resposta foram somados, resultando em uma pontuação, a qual orientou a avaliação da qualidade dos estudos.

A fase de execução é a realização ou projeção do protocolo definido no planejamento e está detalhada na seção 4. Por fim, a última fase é a análise dos resultados, a qual consiste em sintetizar os dados dos estudos relevantes selecionados para responder as questões de pesquisa. Esta análise é apresentada na seção 5. Para apoiar as três fases da RS, foi adotada a ferramenta computacional StArt [10].

4 Execução da RS

A fase de execução da RS foi realizada em quatro etapas. A primeira etapa consiste na busca e organização dos estudos encontrados nas bases de dados eletrônicas escolhidas. A segunda etapa se refere ao processo de seleção de estudos, na qual são aplicados os critérios de inclusão e exclusão de acordo com a estratégia definida. A terceira e quarta etapas são executadas de forma paralela envolvendo, respectivamente, a extração de dados e avaliação de qualidade dos estudos.

4.1 Busca e organização dos estudos

O objetivo desta etapa é aplicar as *strings* de busca nas bases escolhidas. Foram encontrados ao total 6.267 estudos nas cinco bases de dados eletrônicas. A tabela 2 apresenta o número de estudos retornados em cada base.

Tabela 2. Número de estudos retornados por base de dados eletrônica

Base de Dados	No. de Estudos
ISI Web of Science	302
Scopus	483
Compendex	433
SpringerLink	3880
ACM Digital Library	1.169
Total	6.267

4.2 Seleção dos estudos

A seleção dos estudos foi dividida em 5 etapas. A primeira, corresponde à importação das referências dos trabalhos no formato BibTex para a ferramenta StArt [10]. A ferramenta StArt permite extrair alguns dados automaticamente dos estudos, como por exemplo, o título do estudo, os autores, o local e ano de publicação. A segunda etapa consiste na identificação e remoção dos estudos duplicados. Foram identificados 587 estudos duplicados, resultando 5.680 estudos para serem analisados. Na terceira e quarta etapa os critérios de exclusão foram aplicados, respectivamente, na análise dos títulos, *keywords* e tipos de publicação (etapa 3) e *abstracts* (etapa 4). Após esta análise, foram excluídos 5.632 estudos, restando 48. Na quinta e última etapa, realizou-se a leitura completa dos estudos. Para um estudo ser incluído para a fase de extração de dados, ele deve obrigatoriamente atender todos os critérios de inclusão. Após a análise dos 48 estudos remanescentes da quarta etapa, 26 destes foram excluídos, restando 22 trabalhos cujos dados foram extraídos visando apoiar a análise dos resultados. A tabela 3 apresenta algumas informações dos estudos selecionados.

Tabela 3. Estudos selecionados para a extração de dados.

ID	Título	Ano
1	Semi-formal transformation of secure business process into analysis class and use case models: An MDA approach	2010
2	A description of semi-automatic creation of requirements specification from business activities	2009
3	Deriving use case from business process models developed using Norm Analysis	2003
4	From Business Process Models to Use Case Models: A Systematic Approach	2014
5	Transformation of Coloured Petri Nets to UML 2 Diagrams	2014
6	Transformation of decisional models into UML: application to GRAI grids	2010
7	Transforming an enterprise model into a use case model in business process systems	2014
8	Deriving use cases from business process model	2003
9	A business-oriented approach to Requirements Elicitation	2014
10	Improving Requirements Analysis through Business Process Modelling: A Participative Approach	2008
11	An algorithm to derive use cases from business processes	2002
12	A framework for business model driven development	2005
13	Coordination Analysis: A Method for Deriving Use Cases from Process Dependencies	2009
14	Deriving Use Cases from Business Processes: A Goal-Oriented Transformational Approach	2017
15	From a BPMN Model to an Aligned UML Analysis Model	2018
16	Application of Heuristics in Business Process Models to Support Software Requirements Specification	2017
17	Specification of software requirements with support of business process ontologies	2019
18	Deriving Integrated Software Design Models from BPMN Business Process Models	2018
19	Business Process Model Driven Automatic Software Requirements Generation	2019
20	Knowledge-Based UML Use Case Model Transformation Algorithm	2019
21	Deriving use case models from BPMN models	2017
22	Deriving a Goal-based Use Case Model from Business Goals and Process Model	2018

4.3 Extração de dados e avaliação de qualidade dos estudos selecionados

A extração de dados tem como objetivo subsidiar a fase de análise de resultados da RS. Em seguida, os estudos selecionados são avaliados a partir das seis questões de qualidade definidas (ver passo 7 na figura 1). A tabela 4 apresenta a pontuação de qualidade por questão e total para cada um dos 22 estudos selecionados. QQ1, QQ2, QQ3, QQ4, QQ5 e QQ6 referem-se, respectivamente, às seis questões de qualidade apresentadas na figura 1.

Por exemplo, o estudo obterá valor máximo de qualidade, seis, no seu total, quando apresentar no texto o uso de: BPMN 2.0; diagrama de caso de uso com os estereótipos

de inclusão, extensão e/ou generalização; descrições textuais de casos de uso; exemplo ou ilustração para o processo de derivação; adoção de ferramenta no processo; e estudo experimental. Estudos que apresentam valores altos na avaliação de qualidade são mais completos no uso das técnicas BPMN 2.0 e Casos de Uso e rigorosos na avaliação ou validação de suas abordagens de derivação.

Cabe ressaltar que para os estudos que não apresentavam a criação de diagramas de Casos de Uso com os estereótipos de inclusão, extensão e/ou generalização, as respostas foram consideradas como “Parcial”, ou seja, atribuiu-se o valor 0.5.

Tabela 4. Avaliação de qualidade dos estudos.

ID	QQ1	QQ2	QQ3	QQ4	QQ5	QQ6	Total
1	0	0.5	0	1	0	0	1.5
2	0	0.5	0	1	0	1	2.5
3	0	1	0	1	0	0	2
4	1	0.5	1	1	0	0	3.5
5	0	1	0	1	0	0	2
6	0	1	0	1	0	0	2
7	0	0	1	1	1	1	4
8	0	1	0	1	0	0	2
9	0	0.5	0	1	0	0	1.5
10	0	0	0.5	1	0	1	2.5
11	0	0.5	0	1	0	1	2.5
12	0	1	0	1	0	0	2
13	0	0.5	0	1	0	0	1.5
14	1	1	0	1	1	0	4
15	1	1	0	1	0	0	3
16	1	0.5	0.5	1	1	0	4
17	1	1	1	1	1	1	6
18	1	1	1	1	0	0	4
19	1	1	1	1	1	1	6
20	0	1	0	1	1	0	3
21	0	1	0	1	0	0	2
22	0	0.5	0	0.5	0	0	1

5 Resultados

A análise dos estudos selecionados levou em consideração os tipos de modelos de processos de negócio e como os Casos de Uso são derivados a partir desses modelos, bem como as características das abordagens no aspecto da automatização. Além disso, uma discussão foi conduzida sobre a qualidade dos estudos em termos de métodos e limitações.

5.1 Modelos de processos de negócio utilizados e abordagens de obtenção de Casos de Uso

Embora existam diferentes modelos e notações de processos de negócio propostos na literatura, foram utilizados nos estudos selecionados os seguintes modelos: BPMN 2.0 ou 1.0 (onze estudos - ID 1, 4, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21), Diagrama de Atividades (três estudos - ID 2, 9 e 11), *Coloured Petri Nets* (CPN) (um estudo - ID 5), *GRAI Grids* (um estudo - ID 6) e Diagrama de dependências (um estudo - ID 13). No estudo ID 7, os autores fazem a transformação a partir de um meta-modelo de processos de negócio. O meta-modelo proposto inclui uma combinação de vários elementos de

diversas técnicas de modelagem de processos já existentes. Por sua vez, no trabalho ID 8, o autor propõe derivar Casos de Uso a partir de modelos de processos de negócio gerados via *framework DEMO (Demo Engineering Methodology for Organizations)*, o qual é baseado na comunicação entre os *stakeholders* de uma organização. No trabalho ID 3, é usado análise de normas (NA) para descrever um processo de negócio. NA são regras e padrões de comportamentos - formais ou informais - existentes dentro de uma organização. No estudo ID 22, utiliza-se *RAD (Role Activity Diagramming)* para modelar processos de negócio. Por fim, *Enterprise Meta-Model (EMM)*, no contexto de arquiteturas guiadas por modelos (MDA), é utilizado para derivação de Casos de Uso (ID 20). A figura 2 apresenta uma representação visual dos tipos de modelos utilizados nos estudos selecionados.

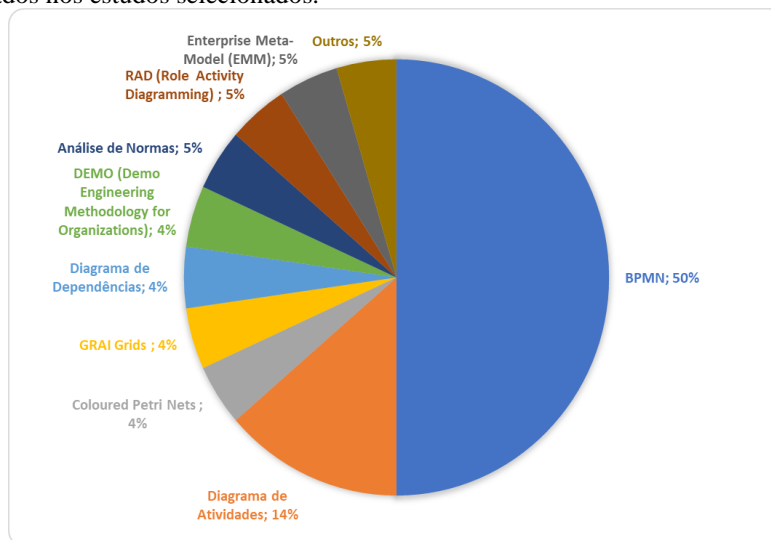


Figura 2. Proporção de modelos de processos de negócio utilizados.

No que tange à obtenção dos Casos de Uso, a maioria das abordagens utiliza sequências de passos ou regras para fazer o mapeamento. Alguns aspectos dos estudos merecem destaque:

ID 1: Apesar de utilizar modelos BPMN, a transformação para Casos de Uso acontece a partir de um diagrama de atividades. A transformação ocorre em dois níveis: mapeamento de elementos do BPMN para diagramas de atividades e sequências de passos para obter Casos de Uso a partir desses diagramas. Cabe destacar a utilização do *Query/View/Transformation (QVT)*, que é um formalismo de regras entre modelos UML.

ID 4: A transformação dos elementos do BPMN para o diagrama de Casos de Uso é praticamente a mesma da abordagem utilizada pelo trabalho de ID 1. Contudo, o diferencial está no mapeamento para a descrição textual dos Casos de Uso. Utilizando tabelas de mapeamento com *templates* fixos, a abordagem explora todos os elementos do BPMN, desde fluxos de mensagem e associações de entrada/saída de dados que dão origem aos cenários do Caso de Uso, até os elementos de *gateways* e eventos, que dão origem a pré-condições dos casos de uso e *triggers*, respectivamente.

ID 7: O diferencial no mapeamento apresentado neste estudo é que não é utilizado um modelo único de processos de negócio. A transformação é realizada em nível de meta-modelos entre conceitos de processos de negócio e Casos de Uso. Isso facilita a utilização de qualquer tipo de modelo em sua abordagem, desde que os elementos sejam mapeados para o elemento do meta-modelo correspondente. Após isso, é aplicado um conjunto de regras entre os elementos desse meta-modelo.

ID 9 e ID 10: Estes estudos são relativamente parecidos. Ambos utilizam conceitos de modelos *As-Is* e *To-Be*. *As-Is* são modelos na situação real de um processo de negócio. *To-Be* é o modelo modificado para inclusão de um sistema de informação. Ambos os estudos rotulam os elementos de seus respectivos modelos: do diagrama de atividades por parte de ID 9 e BPMN por parte de ID 10, identificando elementos que podem ser realizados automaticamente por um software, apoiado por uma ferramenta ou manualmente pelo usuário. A diferença entre as abordagens, além dos modelos utilizados, é que ID 9 apresenta uma matriz de rastreabilidade entre os elementos do diagrama de atividades e os Casos de Uso, contribuindo assim com o gerenciamento de mudanças.

ID 11: Um ponto importante neste trabalho é o conceito de *Step*. Já que Casos de Uso são um conjunto de sequências de ações [3], o estudo defende que mapear uma atividade do diagrama de atividades para um Caso de Uso é errado. Deve-se seguir o fluxo de transição até encontrar elementos de decisão ou divisão/sincronização de atividades, e englobar todas as atividades encontradas como parte de um Caso de Uso. Cabe ressaltar que o estudo apresentado no ID 6 é relativamente parecido com esta abordagem. Cabe destacar que apesar de ser o estudo mais antigo encontrado nesta revisão sistemática, é um dos que possuem maior formalismo na sua abordagem. Os autores utilizam *Object Constraint Language (OCL)* para descrever o algoritmo.

ID 14: O trabalho propõe a derivação de diagramas de Casos de Uso a partir de modelos BPMN usando princípios da *GORE* (engenharia de requisitos orientada a objetivos). Basicamente, modelos BPMN são convertidos em modelos intermediários usando algumas regras de transformação e a partir destes modelos intermediários, são gerados os diagramas de Casos de Uso. O processo todo de transformação envolve cinco passos. Cabe ressaltar que esta abordagem também propõe a captura de requisitos não funcionais na forma de *NFR softgoals* nos modelos BPMN base e nos modelos intermediários, sendo que estes *NFRs softgoals*, são acrescentados ao diagrama de Casos de Uso gerado.

ID 15: Este trabalho propõe o alinhamento de sistemas computacionais com processos de negócio modelados via BPMN 2.0. Isto implica que estes sistemas devem refletir os modelos de processos suportados. Para esse fim, propõe uma metodologia denominada de DESTINY a qual considera três fases para gerar diagramas UML (Casos de Uso, classes e de sequência). A derivação ocorre a partir de modelos BPMN pré-processados via geração diagramática e de descrições textuais desses modelos com padrões linguísticos pré-definidos pelos autores. O estudo usa *Model Driven Architecture* na qual BPMN compõe o Modelo Independente de Computação e Diagramas UML o Modelo Independente de Plataforma, bem como utiliza regras para derivação dos diagramas UML e o conceito de *business context* para melhorar a descrição de modelos BPMN.

ID 16: Este trabalho propõe a derivação de requisitos funcionais e não funcionais usando como base, modelos BPMN 2.0. Mais especificamente, em um processo de três

passos apoiado por “heurísticas”, permite gerar descrições textuais de requisitos e diagramas de Casos de Uso, classes e atividades, todos estes artefatos da UML. Modelos BPMN são convertidos em arquivos *XML Process Definition Language (XPDL)*, os quais são usados como entrada para gerar o documento de requisitos com os artefatos mencionados.

ID 17: Ontologias em *Web Ontology Language (OWL)* geradas a partir de modelos de processo de negócio em BPMN são usadas para derivar Casos de Uso. Um mapeamento semântico permite organizar os elementos BPMN em classes e atributos de classe, bem como estabelecer o relacionamento entre as classes. Embora a estrutura da ontologia seja estática, ela é extensível para atender novos elementos BPMN. O processo de geração de Casos de Uso e diagrama de classes é com base na estrutura ontológica previamente gerada por um sistema chamado de *Process Model to Ontology (PM2ONTO)*; algoritmos são ilustrados para descrever o processo de geração dos diagramas de Caso de Uso e classes. Algumas ferramentas apoiam o processo, tais como a OnToSRS para recuperar informações da ontologia, PlantUML para gerar os diagramas e GraphViz para renderizar os diagramas.

ID 18: Regras de transformação de modelos são definidas como diretrizes de mapeamento entre elementos dos modelos de Caso de Uso (diagrama e descrição textual) e processo de negócio. Por exemplo, as atividades consecutivas pertencentes ao mesmo *lane* (e mesmo papel/participante) são mapeadas para um único Caso de Uso; exceto se existirem conectores ou outros elementos. Os relacionamentos <<include>> e <<extend>> da UML são determinados pelo tipo de conector (*gateway*) do BPMN, mas também dependem dos elementos posteriores e possibilidade de execução em mais de um fluxo. Uma vez que o mapeamento entre os elementos pode gerar obstáculos em capturar a semântica dos elementos, algumas regras sugerem a intervenção do analista para remover as ambiguidades. Um dos grandes diferenciais deste estudo é considerar coreografias BPMN.

ID 19: Este trabalho deriva Casos de Uso em 2 passos. Para o passo 1 deve haver um modelo de processo de negócio (*as-is business*, em notação BPMN) que representa o modelo de negócio como um "manual" não cobrindo interações do usuário com o sistema. Como saída tem-se o modelo de negócio (*to-be business process*) que representa um modelo de negócio bem definido. No passo 2, tem-se como entrada um modelo de processo de negócio (*to-be business process*, em notação BPMN). Aplicam-se regras para identificar, transformar e gerar Casos de Uso, atores, e suas associações em um diagrama de Casos de Uso.

ID 20: Este trabalho deriva Casos de Uso em vários passos a partir de EMM. O elemento inicial gerado nesta derivação é o Ator (presente em ambos os modelos), então se seleciona elementos (*function* e *process* em EMM) para geração do Casos de Uso, por fim, gera-se os elementos de Casos de Uso <<include>>, <<extend>> e <<association relationships>> a partir de elementos *business rule* (EMM).

ID 21: Uma abordagem com *Model Driven Architecture* é proposta para transformar elementos do BPMN para diagramas de casos de usos com descrições textuais. Para isso, um conjunto de regras é implementado usando *ATL transformation language*, que é uma linguagem de transformação de modelos inspirada no padrão QVT. A abordagem é implementada usando o *Eclipse Modeling Framework (EMF)* que manipula notações padrões de modelagem e facilita a integração e interoperabilidade com outras ferramentas e plugins Eclipse, incluindo EMF Eclipse BPMN2 *modeler* (para

manipular diagramas BPMN), *UML-designer plugin* (para manipular diagramas de Caso de Uso) e *Acceleo plugin* (para manipular as descrições textuais de Caso de Uso). O principal diferencial do estudo, em comparação a outros que usam regras de mapeamento de elementos entre modelos, é o fato de representar a hierarquia externa dos elementos *swimlane* como pacotes e não atores com relacionamento de herança. As demais regras operam sobre fragmentos, que correspondem o caso de uso a partir de uma sequência de atividades executadas pelo mesmo participante. As regras permitem representar relacionamentos <<include>> e <<extend>>.

ID 22: Este trabalho segue a seguinte sequência para derivação de Casos de Uso. Gera-se uma “rede de objetivos” (modelo orientado a objetivos) a partir do modelo BPM-RAD. Com esses dois modelos gera-se o Modelo de Casos de Uso orientado a objetivo. Então aplica-se 5 passos: (1) ler o modelo BPM-RAD horizontalmente visitando papéis e transações; (2) identificar o iniciador da transação; (3) decidir se a transação afeta estado, se sim, identificá-lo; (4) repetir os três primeiros passos até todas transações e estados serem identificados; (5) agrupar as transações por objetivos identificados na fase anterior com relação ao ator. Esses agrupamentos geram os Casos de Uso orientados a objetivos.

5.2 Análise da automatização das abordagens

Utilizar uma ferramenta computacional é uma boa prática para auxiliar o engenheiro de requisitos em qualquer tarefa que ele venha desenvolver. Por isso, analisar se a proposta apresentada pelos estudos é automatizada ou é passível de implementação é de suma importância. A tabela 5 apresenta as características de cada proposta no que tange à automatização. Dos vinte e dois trabalhos analisados, apenas cinco possuem ferramentas de automatização de todo ou parte do processo de derivação proposto. Por outro lado, oito trabalhos são passíveis de automatização pois possuem características que contribuem positivamente para esse fim. Entretanto, nove dos estudos analisados são de difícil automatização, já que possuem características que contribuem negativamente para tal.

Tabela 5. Características de automatização dos estudos selecionados

ID	Automatização é possível?	Características que permitem, facilitam ou dificultam a automatização.
1	Sim	Mapeamento entre modelos, formalismo QVT e regras bem definidas.
2	Não	Interpretação do usuário para relacionamentos de inclusão e extensão dos Casos de Uso.
3	Não	Interpretação semântica.
4	Sim	Regras de mapeamento. Necessário criar uma sequência de passos ou propriedades nas regras.
5	Sim	Estrutura CNP semelhante à de um grafo.
6	Não	GRAI Grids não possuem um “ponto de partida” para analisar o modelo.
7	Automatizado	A abordagem já é automatizada pela ferramenta EMUCase.
8	Não	O modelo DEMO não possui elemento de início de fluxo e é necessário interpretação do usuário.
9	Não	Não possui um passo a passo e necessita interpretação do usuário para anotar os elementos.
10	Não	Necessário outros artefatos para preencher a descrição textual.
11	Sim	O formalismo da OCL é praticamente um pseudocódigo.
12	Não	Não é apresentado um passo a passo da abordagem.
13	Não	Não deixa claro como identificar certos elementos do modelo.
14	Automatizado	A abordagem já é parcialmente automatizada pela ferramenta IRIS-RE.

15	Sim	Define regras de transformação de modelos BPMN para diagrama de Casos de Uso, classes e sequência.
16	Automatizado	O trabalho apresenta a ferramenta denominada SRPD (<i>System for Automation of Software Requirements Extraction</i>) que automatiza parte da abordagem proposta.
17	Automatizado	A ontologia é gerada automaticamente por um sistema denominado PM2ONTO (<i>Process Model to Ontology</i>). Para derivar os diagramas de casos de uso e classes, a partir da ontologia, outras ferramentas são aplicadas: OnToSRS (recupera informações da ontologia), PlantUML (para gerar os diagramas) e GraphViz (para renderizar).
18	Sim	As regras de derivação apresentadas podem ser automatizadas desde que a abordagem permita a intervenção do usuário/analista para lidar com as ambiguidades e possíveis arbitrariedades. Por exemplo, em uma modelagem de processo de negócio envolvendo atividades de coreografia, o agente ou participante externo é considerado um ator somente quando a troca de informação gerar atuação no processo de negócio. Uma vez que a caracterização da atuação não é coberta pela abstração dos elementos do BPMN, cabe ao analista decidir.
19	Automatizado	A abordagem é implementada usando EMF (Eclipse Modeling Framework) tools.
20	Sim	Define um algoritmo para mapear objetos XML em ambos os modelos (BPMN → Casos de Uso).
21	Sim	Baseia-se em um meta-modelo empresarial e tem passos que mapeia elementos do meta-modelo em Casos de Uso.
22	Não	Há passos para gerar modelo de Casos de Uso, porém ainda necessita de interpretação do stakeholder.

5.3 Qualidade e validação das abordagens

Com base na avaliação de qualidade apresentada na tabela 4, podemos verificar que cinco estudos (ID 4, 7, 14, 16, 17, 18, 19) obtiveram nota maior do que 50% dos pontos possíveis. Particularmente, os estudos ID 17 e 19 obtiveram a nota máxima destacando-se dos demais trabalhos. A média de qualidade dos estudos ficou em 2.84. Os estudos obtidos a partir do ano de 2017 tiveram melhores avaliações de qualidade, mostrando possivelmente, o amadurecimento da área. De forma negativa é possível observar que a maioria dos trabalhos encontrados não faz uso de princípios da engenharia de software experimental (QQ6) para validar as propostas e não utiliza a última versão do BPMN (QQ1). Também não incluem no seu processo de derivação, a descrição textual dos Casos de Uso (QQ3), bem como apenas cinco trabalhos automatizam a proposta. Por outro lado, a grande maioria dos trabalhos permite gerar diagramas de Casos de Uso e apresenta exemplos de uso da proposta, o que facilita o entendimento da abordagem.

5.4 Aspectos críticos e deficiências explícitas das abordagens

Diversos pontos críticos e potenciais limitações foram encontrados nos estudos selecionados. Esses pontos críticos e potenciais limitações devem ter uma atenção especial do usuário na hora de escolher algum método para ser utilizado.

O estudo ID 1 utiliza diagramas de atividades como modelo intermediário no mapeamento. Essa transformação do primeiro nível pode apresentar um *trade-off*: por um lado a facilidade de identificar Casos de Uso em diagramas de atividades, por outro, pode-se perder informações vitais dos modelos BPMN que não possuem mapeamento para diagrama de atividades.

A utilização da abordagem proposta no ID 3, requer muita interpretação semântica. É recomendado possuir um alto nível de experiência em engenharia de requisitos, assim como o estudo ID 7, no qual é necessário identificar qual elemento do meta-modelo representa o elemento do modelo que o engenheiro de requisitos gostaria de utilizar. É

necessário fazer um primeiro mapeamento entre o modelo a ser utilizado, por exemplo, o BPMN, e depois aplicar as regras propostas.

Embora o estudo ID 17 apresente uma abordagem em potencial com o uso de ontologia, ele possui lacunas no processo de derivação pois a herança e cardinalidade não são possíveis de serem mapeadas no processo de derivação de diagramas de classe. Esses pontos críticos e potenciais limitações podem estar associados à complexidade de representar essas relações na ontologia.

Um ponto crítico do trabalho ID 10 é a utilização de modelos complementares para preencher o *template* do *Task and Descriptions* na descrição textual dos Casos de Uso. Esta pode não ser a melhor estratégia já que no trabalho ID 4 defende-se que é possível extrair todas as informações necessárias do BPMN para descrever Casos de Uso com qualidade. O trabalho ID 11 descreve, que em seu estudo de caso, dezessete (17) Casos de Uso foram construídos de forma inadequada. Contudo, os autores não apresentam o porquê desse fato.

Cabe destacar que, sob uma perspectiva empírica, a principal limitação de diversos estudos é não possuir algum tipo de regra para o mapeamento de ligações de inclusão, extensão e generalização no diagrama de Casos de Uso (ID 1, 2, 4, 9, 11, 13, 16, 22). Essas ligações são de extrema importância para a visualização do diagrama pois representam relacionamentos e dependências entre os elementos. Também os trabalhos ID 7 e 10 somente derivam descrições textuais dos Casos de Uso, deixando de lado o diagrama de Casos de Uso, o qual é um importante elemento da UML.

Outras propostas não apresentam um passo a passo, sendo apenas orientações gerais de como extrair Casos de Uso a partir de modelos de processos de negócio (ID 3, 9, 12), ou são circundadas por incertezas que exigem a interpretação e decisão do analista (ID 18) - inviabilizando a automatização completa da proposta. O estudo ID 18, por exemplo, exige que o analista tome a decisão se um elemento *lane* de uma coreografia é ou não considerado um ator. Além disso, os relacionamentos <<include>> e <<extend>> carecem de explicação adequada para uso em modelos de processo de negócio mais complexos. Este estudo apresenta aplicações simples e manuais para demonstrar as regras de mapeamento, embora os autores sugiram a possibilidade de automatização das regras. Por fim, somente seis (27%) de vinte e dois trabalhos realizam validação mais ampla e rigorosa para avaliar suas propostas. Essa é uma discussão mais ampla sobre a engenharia de software empírica, porém, é consenso que abordagens amplamente validadas possuem maior credibilidade.

6 Considerações Finais

A modelagem de processos de negócio tem se demonstrado uma ferramenta valiosa para apoiar a engenharia de requisitos em termos de extração de requisitos. Essa extração tem sido feita a partir de diferentes abordagens de transformação e enriquecimento de modelos. Este artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura com o objetivo de apresentar o estado da arte no que diz respeito à derivação de Casos de Uso a partir de modelos de processos de negócio, bem como fornecer um guia aos engenheiros de requisitos com abordagens e seus principais conceitos e fundamentos.

Foram encontrados 22 métodos diferentes para se obter Casos de Uso a partir de modelos de processos de negócio. São 18 anos de estudos nessa área (2002-2019), apresentando uma grande variedade de modelos utilizados para representar processos

de negócio. Destaque para o uso de diagramas de atividades e modelos BPMN, que têm sido utilizados na maioria dos trabalhos (63.6%). A partir de uma análise temporal, o trabalho ID 11 foi identificado como precursor do tema na literatura e, inclusive, é um dos mais referenciados pelos outros trabalhos encontrados na revisão sistemática. Dois trabalhos são considerados os mais completos nesta revisão sistemática (ID 17 - ano 2019 e ID 21 – ano 2017), obtendo nota máxima na avaliação de qualidade e mostrando o interesse ainda atual nesse tema pela comunidade.

Vale ressaltar que além dos trabalhos encontrados proporem a derivação de Casos de Uso a partir de modelos de processos de negócio, outros diagramas UML tais como diagrama de classes, sequência e atividades também são considerados nas propostas revisadas. Isso pode indicar a necessidade percebida pela comunidade de manter consistentes modelos UML com processos de negócio suportados. Como trabalhos futuros, podemos indicar o aperfeiçoamento, conforme análise das limitações dos trabalhos encontrados e em especial, a realização de validações mais robustas dos métodos propostos. Essas validações também poderiam mostrar benefícios para a indústria no uso das abordagens propostas.

Referências

1. GROUP OOM, Documents Associated With Business Process Model And Notation (BPMN) Version 2.0, <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0/>, acessado em 22/11/2021.
2. Weske, M., Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. 2. ed. Heidelberg: Springer, 2012.
3. Lee, D., Hill, J., Guide to the business process management common body of knowledge. CreateSpace Independent Publishing Platform. cap. 2, 2009.
4. Kotonya, G., Sommerville, I., “Requirements Engineering: Processes and Techniques”, USA: Wiley, 1998.
5. Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., Unified Modeling Language User Guide, The (2Nd Edition) (Addison-Wesley Object Technology Series). [S.l.]: Addison-Wesley Professional, 2005.
6. Odeh, M., Kamm, R., “Bridging the gap between business models and system models”. Information and Software Technology, vol. 45-15, pp. 1053-1060, 2003.
7. Giroto, A. N., Santander, V. F. A., Silva, I. F., Toranzo, M. A., “Uma proposta para derivar Casos de Uso a partir de modelos BPMN com suporte computacional” in 36th International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC 2017), Arica, Chile, 2017.
8. Kitchenham, B., Charters S., Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Vol 2.3 EBSE Technical Report, EBSE-2007-01, Software Engineering Group, School of Computer Science and Mathematics, Keele University, Keele, UK, 2007.
9. Cockburn, A., Writing Effective Use Cases. 1st. ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2000.
10. Software, L. de pesquisa em Engenharia de., *StArt - State of the Art through Systematic Review*, http://lapes.dc.ufscar.br/tools/start_tool, acessado em 21/11/2021.
11. Tiwari, S., Gupta, A., “A systematic literature review of use case specifications research”, Information Software Technology. p. 128-158, 2015.
12. Pozzan, V. A., Santander, V.F.A., JGOOSE: Uma ferramenta para derivar casos de uso a partir de modelos em i* e BPMN. In: WER. 2019.
13. Geraldino, G. C. L., da Silva, R. G., & Santander, V. F. A., Avaliando o processo de derivação de casos de uso a partir de i* e BPMN e suporte computacional. In CIBSE (pp. 250-263), 2020.