

Avaliando o processo de derivação de casos de uso a partir de i* e BPMN e suporte computacional

Gustavo Cesar Lopes Geraldino, Rafael Gomes da Silva and Victor Francisco Araya
Santander

Universidade Estadual do Oeste do Parana, UNIOESTE Cascavel, PR, Brasil
gclgeraldino@gmail.com, rafags2005@hotmail.com and vic-
tor.santander@unioeste.br

Resumo. A engenharia de requisitos é uma fase importante da engenharia de software. A integração dos vários modelos de requisitos continua sendo um dos grandes desafios da área. Em trabalhos anteriores, apresentamos diretrizes para apoiar a geração de Casos de Uso UML a partir de modelos organizacionais i* (*istar*) e modelos BPMN (*Business Process Model and Notation*). No presente trabalho são descritos os resultados de um quase-experimento realizado em âmbito acadêmico com a finalidade de avaliar estas diretrizes, bem como a ferramenta computacional denominada JGOOSE, a qual automatiza estas diretrizes. São descritas todas as fases do quase-experimento concluindo com uma discussão visando refutar ou confirmar hipóteses sobre a derivação de casos de uso usando como base modelos gerados via i* e BPMN.

Palavras-chave: i* Framework, BPMN, Casos de Uso, Engenharia de Requisitos.

1 Introdução

O desenvolvimento de sistemas computacionais que atendam às expectativas de seus clientes tem sido o foco de esforços tanto da comunidade acadêmica quanto industrial. Neste contexto, é consenso que a engenharia de requisitos [7] [8] tem um papel fundamental no desenvolvimento de sistemas com maior qualidade. Particularmente tem sido proposto o uso de técnicas que nos permitem compreender melhor o ambiente no qual o cliente trabalha, suas necessidades, os relacionamentos e intencionalidades entre os diversos *stakeholders* envolvidos, obtendo uma visão social [8] deste ambiente. Esta visão pode ser usada para apoiar e derivar requisitos específicos em relação a sistemas computacionais pretendidos. Neste sentido, em [5] foi proposto inicialmente a obtenção de requisitos funcionais na forma de casos de uso [11] [19] a partir da técnica i* (lê-se *istar*) proposta em [7]. A ideia era aumentar o entendimento do ambiente organizacional via técnica i* e considerar este conhecimento para derivar casos de uso. A partir dessa proposta inicial foram também apresentadas em [1] [2] [6] [21] ferramentas de apoio para esse processo motivando também seu uso no processo de ensino e aprendizagem da engenharia de requisitos [30]. Um experimento em âmbito acadêmico foi realizado para validar essas ferramentas [24]. Mais recentemente em [26] foi proposto um novo processo de derivação de casos de uso considerando outra técnica bastante utilizada na indústria denominada de BPMN [20]. Esse processo foi definido com base em propostas de derivação já existentes e consolidadas na literatura [10] [14] [15] [16] [23]. Este novo processo foi incorporado e suportado pelo ambiente computacional que permitia derivar casos de uso a partir de modelos i*. Assim, na versão atual, o ambiente computacional

citado, o qual recebe o nome de JGOOSE (*Java Goal Into Object Oriented Standard Extension*) permite derivar casos de uso UML a partir das técnicas *i** e BPMN.

Considerando os trabalhos prévios já mencionados verifica-se a necessidade de avaliar como ambas as técnicas *i** e BPMN podem ser integradas e/ou complementadas para derivar casos de uso UML. Isto implica em avaliar os resultados gerados pela ferramenta JGOOSE em situações reais podendo assim, comparar os casos de uso derivados a partir de *i** e BPMN tanto em relação à sua corretude quanto completude. No que tange à corretude, precisamos investigar a quantidade de casos de uso corretos ou parcialmente corretos gerados em uma situação real de modelagem. No planejamento do quase-experimento definimos o que é um caso de uso correto e parcialmente correto. Da mesma forma, é importante investigar o grau de completude das descrições textuais dos casos de uso gerados. Estes aspectos são importantes para avaliar o grau de auxílio que este tipo de derivação semi-automatizada pode trazer para engenheiros de requisitos.

Cabe ressaltar que a JGOOSE foi apenas validada na sua versão inicial (*i** -> casos de uso) em âmbito acadêmico [24] e carece de validação na sua versão atual. Desta forma, neste artigo apresenta-se um quase-experimento em âmbito acadêmico considerando a JGOOSE na versão atual. A realização deste experimento permitiu-nos tecer algumas considerações a respeito das hipóteses estabelecidas. Também é possível identificar modificações e melhorias necessárias na JGOOSE e processos suportados.

Este artigo, além desta seção inicial, está estruturado conforme segue. A seção 2 apresenta alguns trabalhos relacionados. A seção 3 traz um breve relato sobre as propostas de obtenção de casos de uso a partir de *i** e BPMN bem como da ferramenta JGOOSE. A seção 4 apresenta uma descrição do quase-experimento [22] realizado enfatizando os resultados obtidos e uma avaliação das hipóteses previamente elaboradas. Finalmente na seção 5 são realizadas as considerações finais.

2 Trabalhos Relacionados

É importante destacar a existência de alguns trabalhos relacionados à derivação de casos de uso a partir de modelos *i**. Em [19] é proposta uma metodologia para apoiar a evolução dos modelos *i** e casos de uso. Esta metodologia considera a proposta apresentada em [5] como base e sugere diretrizes para melhorá-la definindo como as mudanças em modelos *i** devem ser refletidas em modelos de casos de uso e vice-versa. Também propõe a inclusão de requisitos não funcionais à proposta apresentada em [5]. Já em [28] apresenta-se uma proposta para alinhar sistemas de informações com o negócio numa abordagem baseada em modelos. É proposto um meta-modelo para a representação unificada dos requisitos funcionais, não funcionais e de processos de negócio, acompanhado por um método personalizável para o seu levantamento conjunto, baseada em casos-de-uso, metas e regras orientadas a negócio. Também um protótipo de uma ferramenta de suporte ao método é apresentado.

Em relação à proposta de derivação de casos de uso a partir de modelo BPMN, cabe destacar alguns trabalhos relacionados. Por exemplo, a revisão sistemática realizada por [13] teve como objetivo conhecer o estado da arte no que se refere à obtenção de casos de uso a partir de modelos de processos de negócio. Como resultado final foram obtidos treze estudos para análise e extração de dados. Entre estes trabalhos podemos citar o estudo publicado em [14] o qual apresenta uma abordagem para derivação de diagrama de Casos de Uso e de descrição textual para cada caso de uso obtido a partir de modelos

BPMN. A abordagem é dividida em duas etapas, sendo a primeira responsável pela obtenção do diagrama e a segunda pela derivação das descrições textuais. Já em [16], emprega-se a *Model-driven architecture* e realiza-se a transformação de um modelo BPMN em um diagrama de Classes e diagrama de Casos de Uso. Como passo intermediário, é realizada a transformação para diagrama de Atividades UML. Em [17] é proposta a especificação de requisitos funcionais por meio do mapeamento de elementos BPMN em uma descrição textual de detalhamento. Para complementar a aplicação das diretrizes é recomendada a consulta de documentos e a realização de entrevistas com *stakeholders*. Destaca-se também o trabalho de [18], que propôs uma abordagem composta por um conjunto estruturado de diretrizes voltadas para a derivação de Casos de Uso UML a partir de modelos BPMN. Porém, a abordagem abrange um conjunto simplificado de elementos da BPMN e contempla apenas a representação diagramática de Casos de Uso. No âmbito de nossa pesquisa, os trabalhos selecionados por [13] e o proposto por [18] foram analisados e comparados, sendo constatado que o foco das iniciativas é a obtenção de representação diagramática, a qual está presente em doze dos treze trabalhos avaliados. Verificou-se que a abordagem proposta por [14] é a mais completa, contudo, o *template* adotado para representação textual possui poucos campos e carece de outras informações importantes tais como: “caso de uso pai”, “casos de uso incluídos”, “atores secundários” e “informação adicional”, as quais, na nossa proposta, são obtidas a partir dos modelos BPMN. Assim, melhorias às propostas estudadas foram consideradas na proposta apresentada em [26], à qual é a base da nossa pesquisa sendo suportada pela JGOOSE.

Especificamente em relação à ferramenta JGOOSE, entre os trabalhos relacionados podemos destacar as várias ferramentas de modelagem *i** e trabalhos publicados descritos no wiki *i** [29]. Contudo, nenhuma das ferramentas disponíveis tem o foco de modelagem de derivação de Casos de Uso a partir de modelos *i**. Também há vários editores [13] [20] para modelagem BPMN, mas não contemplam a derivação de Casos de Uso.

3 Obtenção de casos de uso a partir de modelos *i** e BPMN com suporte da JGOOSE

A proposta de obtenção de Casos de Uso a partir de modelos *i** foi inicialmente apresentada em [5]. O *framework* *i** proposto por [7] descreve aspectos de intencionalidade e motivações envolvendo atores em um ambiente organizacional. Para descrever estes aspectos são propostos dois modelos: O Modelo de Dependências Estratégicas (SD) e o Modelo de Razões Estratégicas (SR). Mais detalhes sobre a técnica podem ser consultados em [7]. Por outro lado, Casos de Uso são bem conhecidos e utilizados tanto em âmbito acadêmico quanto industrial.

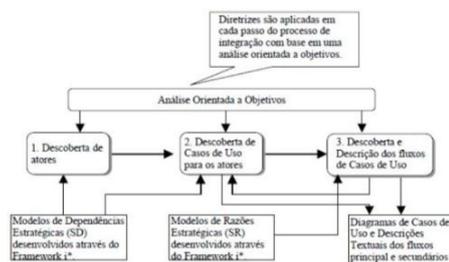


Fig. 1. Casos de uso a partir de *i** [5]

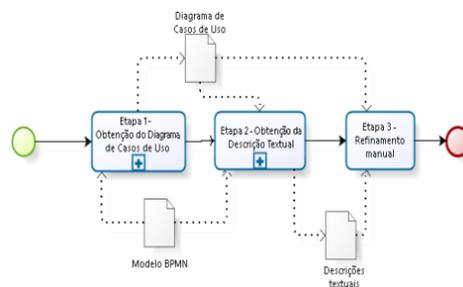


Fig. 2. Casos de Uso a partir de BPMN [26]

São utilizados para representar Requisitos Funcionais de sistemas computacionais pretendidos na forma textual [19] e diagramática [9][11]. Desta forma, a partir dos modelos SD e SR em i* são propostas diretrizes que permitem gerar os casos de uso. A fig. 1 apresenta um resumo da proposta. Os passos 1, 2 e 3 representam a descoberta de atores do sistema e seus casos de uso associados juntamente com suas descrições. A entrada para o processo de integração são os modelos SD e SR desenvolvidos através do framework i*. Nas etapas 1 e 2, a entrada é o modelo SD. A descrição de cenários para Casos de Uso, que corresponde a etapa 3, é derivada de elementos representados no modelo SR. Os resultados do processo de mapeamento são diagramas de Casos de Uso para o sistema pretendido bem como as descrições textuais de cenários para cada Caso de Uso mapeado.

Já a proposta de derivação de Casos de Uso a partir de modelos BPMN (*Business Process Model and Notation*) [20] é detalhada em [26]. BPMN é definida como padrão OMG (*Object Management Group*) e amplamente utilizada na indústria e academia. O processo de derivação de casos de uso a partir da BPMN é apresentado na fig. 2. A abordagem é dividida em três etapas, sendo a primeira responsável pela obtenção do diagrama de Casos de Uso, a segunda pela descrição textual dos Casos de Uso obtidos na etapa anterior e a terceira etapa é encarregada da revisão manual das informações obtidas nas etapas precedentes. Cada uma das etapas é composta por um conjunto de diretrizes ou recomendações. Maiores detalhes podem ser observados em [26].

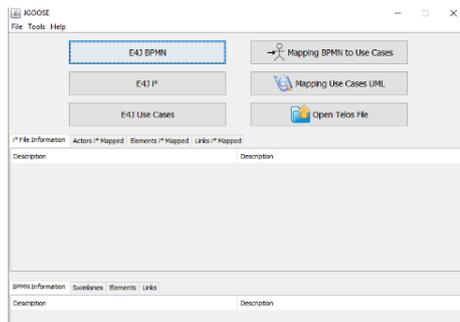


Fig. 3. Tela Principal da JGOOSE

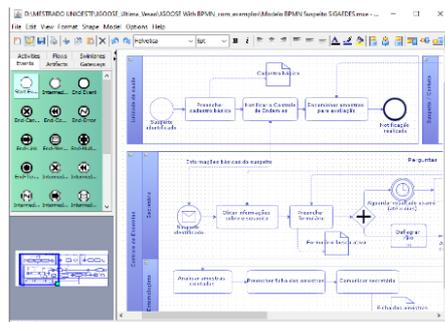


Fig. 4. Tela E4J BPMN

As duas propostas, brevemente resumidas, são suportadas pela ferramenta de apoio JGOOSE [25]. Esta ferramenta passou por várias transformações, uma evolução ao longo dos últimos 13 anos. A primeira versão foi apresentada em [1] na qual permitia-se derivar casos de uso a partir de modelos i* desenvolvidos na ferramenta OME [29]. Nesta primeira versão havia apenas um processo automatizado de transformação não permitindo-se editar os modelos i* e os casos de uso. Em seguida, foi incorporado um editor para modelos i* denominado de E4J i* [21] o qual permite criar e modificar modelos SD e SR e utilizá-los para gerar os casos de uso textuais e diagramáticos no mesmo ambiente da JGOOSE. Mais tarde, a este ambiente foi agregado um editor de casos de uso denominado de E4J Use Cases [24], o qual permite criar e modificar diagramas de casos de uso. Mais recentemente, foi adicionado o editor E4J BPMN e o módulo BP2UC (*Business Process to Use Cases*) [26]. O editor permite construir e modificar modelos BPMN e o módulo BP2UC automatiza as diretrizes propostas em [26] gerando casos de uso. A tela principal da JGOOSE é apresentada na fig. 3. Pode-se observar o acesso aos editores bem como ao mapeamento automático para casos de uso. A fig. 4 apresenta a tela principal do editor BPMN. Mais informações sobre a ferramenta podem ser consultadas em [33] [34].

4 Quase-Experimento: Derivação de Casos de Uso com a JGOOSE

O quase-experimento, estratégia de inquérito empírico similar a um experimento, no qual a atribuição de tratamentos aos sujeitos não pode ser realizada de maneira aleatória, emergindo das características dos sujeitos ou objetos em si. Com a abordagem selecionada objetivou-se avaliar a corretude e completude da derivação de Casos de Uso a partir de modelos *i** e BPMN utilizando os editores E4J *i** e E4J BPMN da ferramenta JGOOSE [34] e material utilizado para o quase-experimento [38].

4.1 Definição do Quase-Experimento

Como método de avaliação esse experimento foi definido por meio da obtenção de dados experimentais necessários para a realização de análise posterior, a qual permitiu obter conclusões a respeito dos resultados nos aspectos de corretude e de completude de elementos textuais e gráficos gerados. Para [22] a corretude está relacionada ao quanto um método é correto (sua extensão dos erros existentes). No que diz respeito à corretude, três parâmetros que podem envolver os casos de uso derivados:

- Caso de Uso correto: o caso de uso gerado existe e faz sentido em relação ao que se espera bem como suas relações com o ator e demais casos de uso são todas corretas;
- Caso de Uso parcialmente correto: o caso de uso gerado está correto pois existe no resultado esperado, mas nem todas as relações com o ator e demais casos de uso são corretas;
- Caso de Uso incorreto: o caso de uso gerado não existe nos resultados esperados e por consequência as suas relações não cabem a ser avaliadas.

Já sobre a completude, a mesma está relacionada à cobertura do método, se este é completo, suficiente para o experimento. No caso do nosso quase-experimento a completude dos Casos de Uso gerados foi avaliada considerando a quantidade de campos preenchidos corretamente nas descrições textuais.

O quase-experimento possui como objetivo responder à pergunta principal: Quais são as diferenças na comparação das técnicas *i** e BPMN na derivação e obtenção de Casos de Uso a partir do software JGOOSE com suas respectivas ferramentas automáticas no processo de derivação (E4J *i**, E4J BPMN)?

Os descritivos de situação-problema que os participantes (discentes) deverão modelar foram definidos pelos autores com base em organizações de pequeno e médio porte dos ramos de comercializada de pneus e gestão de estágios. Os participantes devem modelar os problemas utilizando *i** e BPMN por meio da ferramenta JGOOSE que, posteriormente gerará automaticamente os modelos em Casos de Uso. Para comparativo de modelos, estes problemas foram previamente modelados pelos autores e gerados os casos de uso pela ferramenta. Neste quase experimento serão avaliados corretude e completude, como já mencionados, respeitando a subjetividade e singularidade dos participantes em proporem as modelagens. Este quase-experimento tem como limitação o nível de conhecimento dos participantes em relação as técnicas de modelagem (*i** e BPMN). Entretanto, todos os participantes já possuíam conhecimento prévio das técnicas uma vez que as mesmas foram abordadas em disciplinas já cursadas no decorrer do curso.

4.2 Design do Quase-Experimento

Os tempos em que cada tratamento é aplicado são conhecidos como períodos. Por exemplo, na tabela 1 existem duas seqüências de aplicação de tratamento: AB e BA. Além disso, também existem dois períodos: período 1, onde os sujeitos na seqüência AB aplicam o tratamento A e os indivíduos na seqüência BA aplicam o tratamento B; período 2, onde os sujeitos da seqüência AB aplicam o tratamento B e os sujeitos na seqüência BA aplicam o tratamento A.

Como entrada de cada processo será gerado um modelo (i* ou BPMN) baseado na descrição do problema apresentado para cada etapa conforme tabela 1 na seguinte seqüência: Grupo I → Problema I → Tratamento A (modelagem i*) | Grupo I → Problema II → Tratamento B (modelagem BPMN) | Grupo II → Problema I → Tratamento B (modelagem BPMN) | Grupo II → Problema II → Tratamento A (modelagem i*), conforme fig. 5. O método utilizado é o *crossover* [31] [32] visando obter uma melhor representação dos dois grupos no qual os grupos experimentais apresentam-se respeitando uma ordem em que os sujeitos aplicam tratamentos.

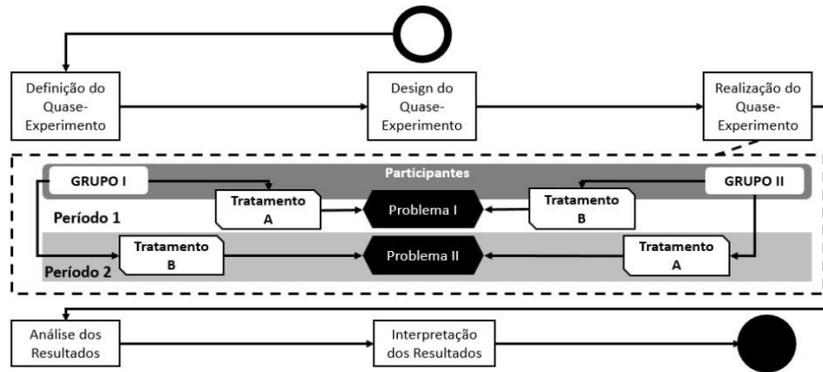


Fig. 5. Esquema do Quase-Experimento.

Tabela 1. Grupos de Controle.

Grupos	Problema I - Período I	Problema II - Período II
Grupo I Seqüência AB 13 participantes	(A) Ferramenta modeladora de modelos organizacionais i* (E4J i*) e ferramenta geradora de casos de uso (Módulo do JGOOSE para derivar casos de uso)	(B) Ferramenta modeladora de modelos de processo de negócio BPMN (E4J BPMN) e ferramenta geradora de casos de uso (Módulo do JGOOSE para derivar casos de uso)
Grupo II Seqüência BA 11 participantes	(B) Ferramenta modeladora de modelos de processo de negócio BPMN (E4J BPMN) e ferramenta geradora de casos de uso (Módulo do JGOOSE para derivar casos de uso)	(A) Ferramenta modeladora de modelos organizacionais i* (E4J i*) e ferramenta geradora de casos de uso (Módulo do JGOOSE para derivar casos de uso)

Os *designs* de *crossover* também têm grandes vantagens, tais como exigir menos sujeitos ou reduzir a variabilidade devido às diferenças entre os sujeitos.

Apesar das vantagens do tratamento *crossover*, é preciso tomar cuidado diante de tal experimento, para que os resultados não sejam impactados por problemas até mesmo invalidando o experimento. O *carryover* é um efeito que pode ocorrer quando se há seqüência de tratamento onde o conhecimento prévio adquirido anteriormente pode ser

utilizado de forma a influenciar um resultado de um tratamento que possa fazer de uma sequência. Conseqüentemente, os tratamentos administrados por último podem parecer mais eficazes do que aqueles administrados primeiro se o primeiro tratamento estiver aumentando a eficácia do segundo, ou menos eficazes se o primeiro tratamento está diminuindo a eficácia do segundo. O efeito *carryover* pode ter um grande impacto sobre o experimento e até invalidar os resultados finais de uma experiência.

Desta forma, visando reduzir os efeitos negativos no nosso experimento usando o método *crossover*, serão consideradas algumas boas práticas conforme propostas em [31]: **Defina períodos:** Decida quantas vezes os sujeitos vão repetir a tarefa experimental e estudar as implicações; **Definir sequências:** Especifique as ordens em que os tratamentos devem ser aplicados; **Lide com a transição no tempo de design:** Selecione a estratégia para ser usada para contabilizar o *carryover*; **Leve em consideração a variabilidade do assunto: Os dados escolhidos e a técnica de análise devem ser capazes de explicar medidas dependentes:** medidas repetidas no mesmo assunto; **Lide com o *carryover* no tempo de análise:** a maneira em que o *carryover* é contabilizado na análise deve coincidir com a decisão de design sobre o *carryover*.

- Como parte que compõe o design do experimento, algumas características foram definidas: aleatoriedade (sujeitos divididos em grupo de dois ou três participantes), bloqueio (a avaliação em grupos tende a diminuir a influência de fatores como stress), balanceamento (todos os participantes são alunos do mesmo curso e da mesma disciplina). Previamente à execução do experimento foram ministradas aulas relativas aos dois modelos (i* e BPMN), linguagem UML e ferramenta JGOOSE aos participantes. As aulas foram ministradas pelo professor da disciplina. Por fim, antes da execução do quase-experimento foram definidas as hipóteses, as quais alicerçaram a análise dos resultados:
 - Hipótese 1: a utilização dos modelos organizacionais i* juntamente da ferramenta E4J (i*) para derivação de Casos de Uso influenciou o resultado final, sendo que a quantidade de Casos de Uso corretos bem como estereótipos («include», «extend» e «generalization») e atores encontrados por quem utilizou é maior do que a quantidade encontrada por quem utilizou BPMN juntamente da ferramenta E4J (BPMN). Ou, ao contrário, sendo que a quantidade de Casos de Uso corretos bem como estereótipos e atores encontrados por quem utilizou BPMN é maior que quantidade de Casos de Uso corretos encontrados por quem utilizou i* juntamente da ferramenta E4J (i*).
 - Hipótese 2: a completude dos casos de uso corretos gerados através da derivação i* -> Casos de Uso é superior a derivação BPMN -> casos de uso ou vice e versa. Este aspecto é mensurado pela completude das descrições textuais dos casos de uso.
 - Hipótese nula: a utilização de alguma das duas técnicas assim como da ferramenta de apoio não influenciou o resultado final, sendo que não há diferença entre as abordagens em relação à quantidade de casos de uso, atores e estereótipos corretos gerados no diagrama de Casos de Uso bem como em relação à completude das descrições textuais geradas.

Com o design definido, a próxima etapa – Realização do Quase-Experimento – inicia-se com o local já definidos e os participantes, bem como o pesquisador que conduzirá o quase-experimento.

4.3 Realização do Quase-Experimento

Este experimento foi realizado no contexto de um projeto de trabalho de conclusão de curso [38], no curso de Ciência da Computação e o experimento foi realizado utilizando a infraestrutura da universidade disponibilizada para aos discentes do curso, laboratório de computação. Os participantes do experimento foram discentes do segundo ano do curso, os quais estavam cursando a disciplina de Processo de Engenharia de Software I no ano de 2019.

O quase-experimento foi realizado no dia 17 de outubro de 2019, iniciado às 8h30m e com término às 11h15m, o qual possui um intervalo de 10 minutos entre os períodos dos problemas a serem modelados. Cabe ressaltar que no planejamento inicial havia-se definido o início do experimento para as 8h e término às 11h30m. Contudo, houve atraso na chegada dos participantes (30 minutos) e a conclusão dos trabalhos ocorreu 15 minutos antes do previsto. Durante o experimento, o pesquisador [36] respondeu apenas as dúvidas frequentes referentes ao material fornecido, situação-problema a ser modelada, não influenciando o processo de modelagem/derivação. A medida a ser utilizada para análise é a diferença da quantidade de Casos de Uso corretos, parcialmente corretos e a diferença entre a completude entre os Casos de Uso obtidos pelas duas técnicas que foram coletadas em média pelos diferentes grupos.

Tabela 2. Questões e Métricas.

Questão	Métrica
Q1 Qual é a quantidade de Casos de Uso corretos gerados pela abordagem i*-> Casos de Uso?	M1 Quantidade de Casos de Uso corretos gerados.
Q2 Qual é a quantidade de Casos de Uso corretos gerados pela abordagem BPMN-> Casos de uso?	M2 Quantidade de Casos de Uso corretos gerados.
Q3 O uso dos estereótipos do tipo <i>include</i> e <i>extend</i> está correto pela abordagem i*-> Casos de uso?	M3 O uso dos estereótipos do tipo <i>include</i> e <i>extend</i> está correto.
Q4 O uso dos estereótipos do tipo <i>include</i> e <i>extend</i> está correto pela abordagem BPMN-> Casos de Uso?	M4 O uso dos estereótipos do tipo <i>include</i> e <i>extend</i> está correto.
Q5 Há diferenças entre o diagrama de Casos de Uso gerado pelo E4J Use Cases i* e o diagrama de Casos de Uso E4J Use Cases BPMN?	M5 Houve diferenças entre o diagrama de Casos de Uso gerado pelo E4J Use Cases i* e o diagrama de Casos de Uso E4J Use Cases BPMN.
Q6 Esses modelos i* e BPMN construídos para um mesmo problema da organização levam aos mesmos Casos de Uso?	M6 Os modelos i* e BPMN construídos para um mesmo problema da organização não levam aos mesmos Casos de Uso.
Q7 Qual é a quantidade de Casos de Uso parcialmente corretos gerados pela abordagem i*-> Casos de Uso?	M7 Quantidade de Casos de Uso parcialmente corretos gerados.
Q8 Qual é a quantidade de Casos de Uso parcialmente corretos gerados pela abordagem BPMN-> Casos de Uso?	M8 Quantidade de Casos de Uso parcialmente corretos gerados.
Q9 Qual é a quantidade de elementos da descrição textual de Casos de Uso preenchidos corretamente para cada Casos de Uso gerado pela abordagem BPMN?	M9 Quantidade de Casos de Uso considerando a completude dos mesmos.
Q10 Qual é a quantidade de elementos da descrição textual de Casos de Uso preenchidos corretamente para cada Casos de Uso gerado pela abordagem i*	M10 Quantidade de Casos de Uso considerando a completude dos mesmos.

O experimento foi realizado em um dos laboratórios do curso de Ciência da Computação com a utilização da ferramenta JGOOSE (editores i* e BPMN), a qual os participantes já estavam familiarizados. Entretanto, é importante ressaltar que os participantes (nas respostas do questionário aplicado [38]), a primeira e segunda pergunta se referiam à experiência dos participantes diante das técnicas utilizadas para modelar os problemas.

Todas as respostas dos 11 grupos foram direcionadas apenas à experiência adquirida durante a disciplina de Processo de Engenharia de Software I.

A métrica utilizada neste experimento foi a *Goal Question Metric (GQM)* [22][37] a qual auxilia a nortear os elementos a serem medidos no experimento definindo questões, métricas para atender os objetivos do experimento (ver tabela 2).

Para a operacionalização do experimento [22] o mesmo é dividido em três etapas distintas: preparação (fase inicial que consiste no preparo do local do experimento e recepção dos sujeitos), execução (conduzir o experimento de acordo com o que foi planejado) e validação dos dados (tomada de ações que garantam que a informação coletada seja representativa do experimento realizado).

Conforme os grupos finalizaram o primeiro problema no período 1 foram orientados a iniciar a modelagem do segundo problema no período 2.

Os participantes foram divididos em 1 grupo de 13 participantes e 1 grupo de 11 participantes, totalizando 24 alunos, os quais foram subdivididos em 11 subgrupos por meio do *design crossover* (6 subgrupos modelaram o problema 1 em i* e 5 subgrupos modelaram o problema 1 em BPMN). No período 2, houve a troca (6 subgrupos modelaram o problema 2 em BPMN e 5 subgrupos modelaram o problema 2 em i*).

Antes do início do quase-experimento foram distribuídos questionários [38] com algumas questões referentes aos problemas que foram modelados, ao conhecimento dos alunos em relação as técnicas i* e BPMN, ao uso da ferramenta JGOOSE e também com um campo para contabilizar o horário de início e término da modelagem dos problemas para ambas as técnicas, além dos problemas para a leitura dos participantes.

4.4 Análise dos Resultados

Após a preparação e realização do quase-experimento, inicia-se a fase da análise e interpretação dos dados obtidos (ver tabela 3). De acordo com [22] essa é a fase onde os dados coletados são processados e analisados, obtendo a conclusão do experimento. Os critérios de análise foram: existência de Caso de Uso correspondente ao esperado, sendo que para verificação da existência ou não da correspondência será utilizada a descrição textual do Caso de Uso; relação ao ator correto; relação aos demais Casos de Uso.

Tabela 3. Resultados Obtidos.

Grupos	Sub Grupos	Problema I			Problema II		
		Correto	Parcial	Incorreto	Correto	Parcial	Incorreto
Grupo I	Grupo 1	0	2	0	1	1	0
	Grupo 2	1	3	4	0	2	0
	Grupo 3	0	7	14	0	5	2
	Grupo 4	0	20	29	0	8	2
	Grupo 8	0	0	0	0	1	0
Grupo II	Grupo 5	1	5	4	0	5	2
	Grupo 6	0	8	3	0	1	0
	Grupo 7	0	3	1	0	0	5
	Grupo 9	0	9	7	0	6	1
	Grupo 10	0	2	5	0	20	0
	Grupo 11	0	7	12	0	2	0

Em relação a corretude, no total, foram gerados 211 Casos de Uso considerando as duas técnicas (BPMN e i*). Para a modelagem BPMN foram gerados 147 Casos de Uso, dos quais 2 foram corretos, 66 parcialmente corretos e 79 incorretos (ver figura 6). Con-

siderando os aspectos avaliados, a técnica BPMN gerou 24 Casos de Uso parcialmente corretos que não satisfazem o segundo aspecto, que diz respeito a relação ao ator correto e 42 Casos de Uso parcialmente corretos que não satisfazem o terceiro aspecto, que é a relação do tipo <include> e <extend>. Para a modelagem i^* foram gerados 64 Casos de Uso, dos quais 1 foi correto, 51 parcialmente corretos e 12 incorretos (ver fig. 5). Considerando os aspectos a serem avaliados, a técnica i^* gerou 6 Casos de Uso parcialmente corretos que não satisfazem o segundo aspecto, que tem como objetivo avaliar a relação ao ator correto, também gerou 45 Casos de Uso que não satisfazem o terceiro aspecto, que avalia a presença de relações do tipo <include> e <extend>.

Em relação à compreensão de completude, foram analisados os *templates* dos Casos de Uso obtidos para cada um dos problemas propostos com as respectivas técnicas de modelagem (i^* e BPMN). O *template* utilizado neste experimento é uma adaptação do *template* que tem o formato *fully dressed form* proposto por [19], com o objetivo de capturar um conjunto completo de informações. Assim, os *templates* dos Casos de Uso do problema 1 referentes a técnica BPMN foram comparados com os *templates* dos Casos de Uso da técnica i^* e o mesmo processo foi feito para o problema 2.

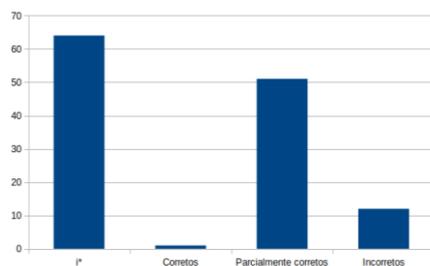


Fig. 6. UC's obtidos pela técnica i^* .

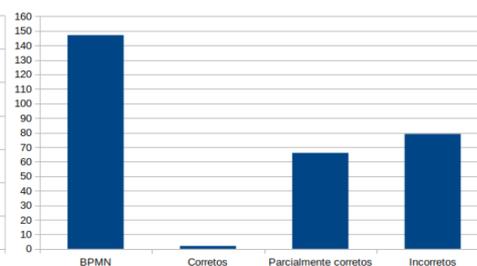


Fig. 7. UC's obtidos pela técnica BPMN.

Tabela 4. Questões e Resultados obtidos

Questão	Resultado
Q1	1
Q2	2
Q3	1
Q4	1
Q5	20 BPMN – 11 i^*
Q6	Foram poucos os casos no qual os modelos levaram aos mesmos Casos de Uso
Q7	51
Q8	66
Q9	3 apenas
Q10	1 apenas

Para efetivamente obter um resultado, cada Caso de Uso correspondente à técnica BPMN, foi referenciado um Caso de Uso equivalente na técnica i^* , os demais Casos de Uso que não tinham correspondências entre as técnicas foram avaliados de forma isolada, dessa forma, não interferindo no conjunto de Casos de Uso equivalentes. Logo, obteve-se um total de 6 conjuntos para os problemas I e II com Casos de Uso equivalentes, no total, 41 Casos de Uso foram equivalentes (26 do problema I, dos quais 12 Casos de Uso BPMN e 14 Casos de Uso i^* e 15 do problema II foram gerados, dos quais 9 Casos de Uso BPMN e 6 da técnica i^*). Cada conjunto não obteve o mesmo número de Casos de Uso, mas todos com o mesmo objetivo. Para os Casos de Uso que não tiveram corres-

pondências entre as técnicas e foram avaliados de forma isolada aos demais Casos de Uso que tiveram correspondências, os números foram de 79 Casos de Uso no total (41 deles pertencentes ao problema I, dos quais 21 BPMN contendo 42 elementos no *template* e 38 pertencentes ao problema II, dos quais 20 *i** contendo 20 elementos no *template*). Em percentual foram 31% de Casos de Uso (UC) gerados com a técnica *i** e 69% com a técnica BPMN.

Após realizadas as duas análises, corretude e completude, pode-se responder as questões e métricas da abordagem GQM.

4.5 Interpretação dos Resultados

Como interpretação dos resultados obtidos, pode-se perceber que a técnica BPMN obteve uma ligeira vantagem na derivação dos Casos de Uso utilizando a ferramenta JGOOSE, contudo, alguns pontos importantes devem ser destacados. A técnica BPMN conseguiu derivar um número maior de Casos de Uso, porém, com muito mais Casos de Uso incorretos, que no caso eram passos ou tarefas intermediárias para chegar efetivamente no Caso de Uso esperado. Outro detalhe importante foi o conhecimento relatado pelos participantes no questionário aplicado do começo ao fim do quase-experimento, em todos os casos a experiência dos participantes sobre as técnicas foi somente a adquirida em sala de aula, portanto, o conhecimento dos participantes é o básico. No relato obtido com o preenchimento do questionário foi possível perceber que o problema I gerou mais Casos de Uso de o problema II. O tempo de execução também foi cronometrado, o tempo que os participantes utilizaram para realização do modelo em BPMN foi maior do que em *i**, 65 minutos e 43 minutos consecutivos.

A partir desses resultados e informações, não é possível dizer que uma técnica se sobressai a outra, por mais que BPMN tenha gerado mais Casos de Uso corretos e parcialmente corretos também acabou gerando muito mais Casos de Uso incorretos. A técnica *i** gerou um número de Casos de Uso corretos e parcialmente corretos um pouco menor, porém a eficiência da técnica se mostra na quantidade de Casos de Uso incorretos, que foi quase nula.

Em consideração as questões e métricas, respondidas por meio dos resultados obtidos, pode-se comparar esses resultados com as hipóteses utilizadas para o quase-experimento. Considerando a hipótese 1 e as questões GQM respondidas anteriormente, a utilização de modelos de processo de negócio BPMN juntamente da ferramenta E4J (BPMN) para derivação de Casos de Uso influenciou o resultado final, sendo que a quantidade de Casos de uso corretos bem como estereótipos e atores encontrados por quem utilizou modelos de processo de negócio BPMN juntamente da ferramenta E4J (BPMN) é maior à quantidade de Casos de Uso corretos encontrados por quem utilizou *i** juntamente da ferramenta E4J (*i**).

Considerando a hipótese 2 e as questões GQM respondidas anteriormente, a completude dos Casos de Uso gerados através da derivação BPMN -> casos de uso é superior a derivação *i** -> Casos de Uso. Considerando a hipótese nula, ela pode ser refutada, pois a utilização das duas técnicas, assim como da ferramenta influenciaram o resultado final. Foi possível perceber que a técnica BPMN obteve uma vantagem nos números na derivação dos Casos de Uso utilizando a ferramenta JGOOSE. Contudo, comparando os gráficos (fig. 5 e 6) é possível verificar que a técnica BPMN conseguiu derivar um nú-

mero maior de Casos de Uso corretos e parcialmente corretos, porém, com mais Casos de Uso incorretos os quais representavam passos ou tarefas intermediárias para chegar efetivamente no Caso de Uso esperado. Por outro lado, a técnica i^* derivou um número menor de Casos de Uso corretos e parcialmente corretos, mas com um número menor de Casos de Uso incorretos. Em uma primeira análise, poderíamos atribuir este fato às próprias características das técnicas bem como efetividade das diretrizes em tratar essas características. Por exemplo, em relação à grande quantidade de Casos de Uso incorretos gerados pela técnica BPMN, a descrição passo a passo dos processos de negócio utilizado na técnica pode ter influenciado, já que grande parte dos Casos de Uso incorretos gerados eram passos de cenário principal e extensões de algum Caso de Uso previamente derivado. As diretrizes suportadas pelo módulo BP2UC precisam ser revistas para avaliar este aspecto. Por outro lado, a quantidade menor de Casos de Uso incorretos via técnica i^* pode levar a crer que o fato da técnica i^* ser parte da GORE (*Goal Oriented Requirements Engineering*) faz com que utilizadores foquem em objetivos e tarefas estratégicas, o que pode inibir a geração de Casos de Uso impróprios. Por outro lado, esta característica também pode ter tido efeito sobre a geração de menos Casos de Uso corretos e parcialmente corretos já que utilizadores de i^* tendem a pensar em metas de alto nível, as quais podem incluir ou ocultar submetas típicas de Casos de Uso. As diretrizes que suportam a derivação de Casos de Uso a partir de i^* também devem ser revisadas para avaliar este aspecto. Também os resultados podem ter sido influenciados pelo entendimento da descrição dos problemas adotados, tempo alocado, motivação dos estudantes. Outra possibilidade poderia ser por uma falha não crítica detectada no Editor BPMN, no qual alguns elementos como as *lanes* da *pool* e tarefas com ligações sumiam após gerar os Casos de Uso.

5 Conclusão

Neste artigo, apresentamos brevemente a ferramenta JGOOSE, bem como o quase-experimento realizado para avaliar os processos suportados pela ferramenta. Essa ferramenta é integrada pelos editores E4J i^* , E4J Use Cases e E4J BPMN. Os editores integrados transformaram o JGOOSE em uma ferramenta independente, dispensando a necessidade de um software externo (ferramenta extra) para criar i^* , Casos de Uso ou modelos ou diagramas BPMN.

Nos últimos anos, a JGOOSE tem sido usada para apoiar o processo de ensino e aprendizagem de alunos de graduação em cursos de engenharia de requisitos. Nossas experiências usando o JGOOSE no ensino de engenharia de requisitos estão relacionadas em [4] [30]. Como trabalhos futuros, planejamos aprimorar as funcionalidades da ferramenta JGOOSE considerando o quase-experimento realizado, bem como incorporar funcionalidades para a rastreabilidade de requisitos. A realização de novos experimentos também está prevista com maior diversificação dos participantes, bem como a utilização de novos métodos e abordagens. Outro trabalho futuro envolve o uso do JGOOSE em estudos de caso industriais. Por fim, enfatizamos que a ferramenta é um código-fonte aberto e está disponível para download (com um manual do usuário em português) em [25]. Também há um vídeo está disponível em [33].

Referências

1. Brischke, M.; Santander, V. F. A.; Castro, J. F. B., GOOSE: Uma Ferramenta para Integrar Modelagem Organizacional e Modelagem Funcional In: Jornadas Chilenas de Computación - V Workshop Chileno de Ingeniería de Software, Valdivia, Chile. (2005).
2. Brischke, M.; Santander, V. F. A.; SILVA, I. F., Melhorando a Ferramenta JGOOSE. In: 15th Workshop on Requirements Engineering, 2012, Buenos Aires, 24 a 27 de Abril. Anais do 15th Workshop on Requirements Engineering, 2012.
3. Souza, C.; Santander, V. F.; Uma Proposta de Elicitação e Análise de Requisitos no Contexto de Médias e Pequenas Empresas de Desenvolvimento de Software. 14th Workshop On Requirements Engineering. Rio de Janeiro, Brasil, 2011
4. Santander, Victor F. A. Avaliando a utilização da Técnica i* no Processo de Ensino e Aprendizagem na Engenharia de Requisitos - Um Relato de Experiência. In: IV Fórum de Educação em Engenharia de Software, XXV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software (SBES), São Paulo, 2011.
5. Santander, V. F., Castro, J. F. B., Deriving Use Cases from Organizational Modeling In: IEEE Joint International Requirements Engineering Conference - RE'02, p. 32-39, Essen, Germany, (2002).
6. Vicente, A. A., Santander, V. F. A., Castro, J. B., Freitas da Silva, I., Reyes Matus, F. G., JGOOSE: A Requirements Engineering Tool to Integrate i* Organizational Modeling with Use Cases in UML. Ingeniería. Revista chilena de ingeniería. , v.17, p.6 - 20,(2009).
7. Yu, E.: Modelling Strategic Relationships for Processes Reengineering. Toronto, Canadá: University of Toronto, PhD Thesis (1995).
8. Yu, E., Giorgini, P., Maiden, N., Mylopoulos, J., Social Modeling for Requirements Engineering. The MIT Press (2011).
9. Jacobson, I. Object-oriented development in an industrial environment. In: Conference Proceedings on Object-oriented Programming Systems, Languages and Applications, New York, USA: ACM, 1987.
10. Odeh, M.; Kamm, R.; Down, C. Bridging the gap between business models and system models. In: Information and Software Technology: Special Edition on Business Process Modelling. [S.l.: s.n.], 2003
11. 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.
12. Shishkov, B. et al. Deriving use case from business process models developed using norm analysis. In: . Dynamics and Change in Organizations: Studies in Organizational Semiotics. Dordrecht: Springer Netherlands, 2003. p. 117–131.
13. Silva, A. L. de B. Obtendo Casos de Uso a Partir de Modelos de Processos de Negócio: Uma Revisão Sistemática. Dissertação (Monografia) — Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015.
14. Cruz, E. F.; Machado, R. J.; Santos, M. Y. Bridging the gap between a set of interrelated business process models and software models. In: ICEIS 2015 - Proceedings of the 17th International Conference on Enterprise Information Systems, Volume 2, Barcelona, Spain, April, 2015. p. 338–345.
15. Siqueira, F. L.; Silva, P. S. M. Transforming an enterprise model into a use case model in business process systems. Journal of Systems and Software, v. 96, p. 152 – 171, 2014.
16. Rodríguez, A.; Guzman, A.; Medina, E.; Piattini, M. Semi-formal transformation of secure business processes into analysis class and use case models: An mda approach. Inf. Softw. Technol., Butterworth-Heinemann, Newton, MA, USA, v. 52, n. 9, p. 945–971, set. 2010.
17. Vara, J. L. de la; Sánchez, J. Improving requirements analysis through business process modelling: A participative approach. In: Business Information Systems: 11th International Conference, BIS 2008, Innsbruck, Austria, May 5-7, 2008. p. 165–176
18. Pessini, T.; Santander, V. F. A ; Silva, I. F. ; Andrade, S. C. ; Schemberger, E. BP2UC: De Processos de Negócio Modelados com BPMN Simplificado para Casos de Uso UML. Revista Científica Inovação e Tecnologia, v. 1, p. 2, 2017

19. Cockburn, A. Writing Effective Use Cases. 1st. ed. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2000.
20. BPMN. Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0.2. [S.l.], December 2013.
21. Merlin, L. P. et al. Integrating the e4j editor to the jgoose tool. In: Anais do WER15 - Workshop em Engenharia de Requisitos, Lima, Perú, April 22, 23, and 24, 2015.
22. Wohlin, C.; Runeson, P.; Höst, M.; Ohlsson, M.C.; Regnell, B.; Wesslén, A.; Experimentation in Software Engineering; Springer; 2012.
23. Herden, A.; Farias, P. P. M.; Albuquerque, A. B. An approach based on bpmn to detail use cases. In: . New Trends in Networking, Computing, E-learning, Systems Sciences, and Engineering. Cham: Springer International Publishing, 2015. p. 537–544.
24. Peliser, D. ; Santander, V. F. A ; Freitas, I. ; Andrade, S. C. ; Schemberger, E. E4J Use Cases: um editor de diagrama de casos de uso integrado à ferramenta JGOOSE. In: 35th International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC 2016) held in conjunction with the 42th Latin American Computing Conference (CLEI 2016), 2016, Valparaíso, Chile. NY 12571 USA: IEEE Catalog Number CFP16139-ART, 2016.
25. LES. Laboratório de Engenharia de Software. Disponível em: <www.inf.unioeste.br/~les>. Acessado em: 06/12/2019.
26. Giroto, A. N.; Santander, Victor F. A ; Silva, I. F. ;Toranzo, Marco. 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), 2017, Arica, 16 a 20 de Outubro.
27. Bhuiyan, Moshir, et al. "Integration of organisational models and UML Use Case diagrams." *Journal of Computers*, vol. 13, no. 1, 2018, p. 1+. *Academic OneFile*, Accessed 20 Nov. 2018.
28. S. AlhajHassan, M. Odeh and S. Green, "Aligning systems of systems engineering with goal-oriented approaches using the i* framework," 2016 IEEE International Symposium on Systems Engineering (ISSE), Edinburgh, 2016, pp. 1-7. doi: 10.1109/SysEng.2016.7753125
29. iStarWiki.org. Disponível em: <<http://istar.rwth-aachen.de/tiki-index.php?page=i%2A+Tools&structure=i%2A+Wiki+Home>>. Acessado em: 20/11/2019.
30. Santander, Victor F. A.; SILVA, I. F. Avaliando a utilização da Ferramenta JGOOSE no Processo de Ensino e Aprendizagem na Engenharia de Requisitos: Um Relato de Experiência. In: XIX Conferência Internacional sobre Informática na Educação (TISE), 2014, Fortaleza.
31. Vegas, S.; Apa, C.; and Juristo, N.; Crossover Designs in Software Engineering Experiments: Benefits and Perils, IEEE Transaction on Software Engineering, Val. 42, No. 2, February 2016.
32. Romano, S., Scanniello, G., Fucci, D., Juristo, N. and Turhan, B. 2018. The Effect of Noise on Software Engineers' Performance. In Proceedings of ACM Conference, Washington, DC, USA, July 2017 (Conference'17), 10 pages.
33. Vídeo sobre o JGOOSE. Disponível em: <https://youtu.be/FdDaQp_XqFQ>. Acessado em: 01/12/2019.
34. Geraldino, G. C. L and Santander, V. F. A. The JGOOSE tool. In: 12th International i* Workshop. 38th International Conference on Conceptual Modeling (ER 2019), 2019. Salvador, Brasil. Vol-2490. ISSN 1613-0073.
35. Giroto, A. N.; Derivando Casos de Uso a partir de Modelos BPMN, Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR, 2016.
36. Gomes, R. S. Comparação do processo de derivação de Casos de Uso a partir de modelos BPMN e i* utilizando a ferramenta de apoio JGOOSE. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR, 2019.
37. Pessini, T. BP2UC: Técnica para derivar Casos de Uso a partir de modelos BPMN. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel – PR, 2014.
38. Link para os Diagramas de Casos de Uso e questionários respondidos pelos participantes. <https://drive.google.com/drive/folders/1e4aBsbjBg2SOnKgS5xpy8YrRhvy6zC3g>