

Apoio Computacional para Modelagem de Processos-de-Processos de Negócio

Igor Cássio Toledo Franco¹, Wellington Gabriel de Mattia¹,
Maria Istela Cagnin (orientadora) ¹

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
Campo Grande, Brasil.

igor.cassio@ufms.br, w.gabriel@ufms.br, istela.machado@ufms.br

Abstract. *The formation of alliances among organizations (such as mergers, acquisitions, and joint ventures) to achieve broader business objectives is increasingly common. During the process of forming these alliances, their business processes tend to work together, giving rise to complex and dynamic business processes known as Processes-of-Business Processes (PoP). To facilitate the management of alliances and their respective PoP, the PoP Modeler tool was developed. The main objective of this work is to develop the PoP Modeling module, which allows representing the PoP in three distinct views, as advocated in another work. From the feedbacks of business process modeling experts, it was observed that the tool is useful and facilitates the modeling of PoP from different perspectives.*

Resumo. *A formação de alianças de organizações (como é o caso de fusões, aquisições e parcerias) para atingir objetivos de negócio mais amplos é cada vez mais recorrente. Durante o processo de formação dessas alianças, os seus processos de negócio tendem a trabalhar em conjunto dando origem a processos de negócio complexos e dinâmicos denominados Processos-de-Processos de Negócio (PoP). Para facilitar o gerenciamento de alianças e de seus respectivos PoP, foi desenvolvida a ferramenta PoP Modeler. O principal objetivo deste trabalho é desenvolver o módulo PoP Modeling, o qual permite representar o PoP em três visões distintas, conforme preconizadas em outro trabalho. A partir de feedbacks de especialistas em modelagem de processos de negócio, observou-se que a ferramenta é útil e facilita a modelagem de PoP sob diferentes perspectivas.*

1. Introdução

No cenário de negócio contemporâneo, é cada vez mais recorrente a formação de alianças de organizações (como fusões, aquisições e parcerias) [Kumar and Sharma 2019] para atingir objetivos de negócio mais amplos e compartilhar benefícios mútuos, os quais organizações não poderiam alcançar individualmente. Durante o processo de formação dessas alianças, os seus processos de negócio tendem a trabalhar em conjunto dando origem a processos de negócio complexos e dinâmicos denominados Processos-de-Processos de Negócio (PoP) [Cagnin and Nakagawa 2021]. Para facilitar a gestão de alianças de organizações e de seus respectivos PoP com o intuito de colaborar para o alcance de seus objetivos estratégicos, foi desenvolvida a ferramenta *PoP Modeler* [de Mattia 2021, de Mattia et al. 2022].

Um dos problemas existentes do mundo real é a dificuldade que as alianças de organizações têm para modelar e compreender seus processos de negócio complexos e dinâmicos. Isso é devido principalmente porque os processos de negócio das organizações membro podem ser muito distintos (dificultando a integração) ou muito similares (ocasionando em processos redundantes). Como consequência disso, essas alianças têm despendido muito esforço, retrabalho e custo para entender seus processos resultando em perdas de oportunidade, competitividade e lucratividade.

Neste contexto, Cagnin e Nakagawa [Cagnin and Nakagawa 2022] definiram um método, chamado M-PoP, que contém um conjunto de passos para modelar PoP de maneira sistemática e iterativa por meio de três visões, em diferentes níveis de abstração, usando técnicas bem conhecidas na indústria e na academia, principalmente aquelas da notação BPMN (*Business Process Model and Notation*) [Object Management Group 2013].

Embora existam várias ferramentas de modelagem de processos de negócio, como BPMN.io¹ e Bizagi², nenhuma poderia gerar a representação das três visões do PoP, conforme preconizadas no M-PoP, e nem gerenciar essa representação com o intuito de manter a sua consistência com as informações das alianças de organizações e de seus PoP. Diante disso, a principal contribuição deste trabalho é o desenvolvimento do módulo PoP *Modeling* da ferramenta PoP *Modeler*. Essa ferramenta possui outros dois módulos, desenvolvidos em outro trabalho [de Mattia 2021, de Mattia et al. 2022], para gerenciar alianças de organizações e seus PoP correspondentes. A partir de um estudo de viabilidade com especialistas em modelagem de processos de negócio e PoP, observou-se que, em geral, o módulo PoP *Modeling* é útil e facilita a modelagem de PoP sob diferentes perspectivas.

A escrita deste artigo está organizada em mais quatro seções. A Seção 2 apresenta o referencial teórico sobre PoP e M-PoP. A Seção 3 descreve o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento do trabalho. A Seção 4 detalha o módulo PoP *Modeling* desenvolvido neste trabalho, discorrendo sobre as suas funcionalidades, arquitetura e exemplo de uso. A Seção 5 apresenta um estudo de viabilidade para avaliar o módulo desenvolvido. Por fim, a Seção 6 apresenta a conclusão deste trabalho, apontando as contribuições, limitações e sugestões de trabalhos futuros.

2. Embasamento Teórico

Nesta seção são abordados os principais conceitos que dão sustentação teórica para o trabalho.

2.1. PoP: Processos-de-Processos de Negócio

Levando em conta cenários em que é necessário lidar com processos de negócio grandes e que sofrem constantes mudanças, como ocorre na formação e durante a existência de alianças de organizações, Cagnin e Nakagawa [Cagnin and Nakagawa 2021] definiram o conceito de PoP, que consiste em processos de negócio complexos e dinâmicos formados por processos de negócios de organizações (denominados processos constituintes) que pertencem a uma aliança e que também podem ser um PoP, os quais se unem para atingir

¹<https://bpmn.io>

²<https://www.bizagi.com/pt>

um ou mais objetivos estratégicos de negócio mais amplos. Esses objetivos são abstraídos como missões do PoP.

Basicamente, PoP possui seis características únicas [Cagnin and Nakagawa 2021] que o distingue de processos de negócio tradicionais [Dumas et al. 2013, Aalst 2013] que envolvem várias organizações: (i) *independência operacional*: cada processo constituinte do PoP é independente e opera até quando ele não esteja associado ao PoP; (ii) *independência gerencial*: cada processo constituinte é gerenciado por uma determinada organização até quando ele faz parte de um PoP; (iii) *distribuição*: os processos constituintes estão distribuídos na aliança de organizações e interoperam entre si por meio de mensagens; (iv) *melhoria contínua*: PoP está sob constantes mudanças devido a modificações em objetivos estratégicos de negócio das alianças, necessitando a inclusão, remoção ou até substituição de processos constituintes; (v) *comportamento emergente*: os comportamentos do PoP emergem como um resultado da colaboração sinérgica dos processos constituintes; e (vi) *reconfiguração dinâmica*: PoP muda em tempo de execução para garantir a estabilidade do negócio quando falhas ou comportamentos inesperados ocorrem nos processos constituintes.

De acordo com Cagnin e Nakagawa [Cagnin and Nakagawa 2021], PoP pode ter dois níveis de abstração (ou seja, PoP abstrato e PoP concreto). O PoP abstrato refere-se ao PoP modelado em tempo de *design* e determina quais diferentes caminhos do PoP (ou seja, configurações do PoP) podem ser realizados em tempo de execução para alcançar as missões do PoP. Cada missão do PoP corresponde a um conjunto de atividades coordenadas que pertencem a diversos processos constituintes que trabalham em conjunto para alcançar objetivos estratégicos de negócio de uma aliança de organizações. PoP concreto refere-se ao PoP em tempo de execução obtido a partir de um PoP abstrato e representa uma ou mais configurações do PoP para lidar adequadamente com o dinamismo do PoP.

Levando em consideração que em organizações podem existir muitas variações de um mesmo processo de negócio, o conceito de variabilidade [Rosa et al. 2017] se faz presente no PoP por meio das restrições de variabilidade (*variability constraints*), que devem ser definidas a fim de lidar com variantes conflitantes ou que dependem de outras por meio de restrições [Cagnin and Nakagawa 2022].

Para ilustrar um PoP abstrato, considera-se um PoP de e-commerce de uma loja virtual apresentado na Figura 1. Uma das missões desse PoP é reduzir o tempo de espera do cliente para realizar uma compra que tem o menor valor. Para alcançar essa missão, quatro processos constituintes trabalham em conjunto, ou seja, Cliente, Loja Virtual (LV), Distribuidor de Móveis (DM) e Distribuidor de Eletrodomésticos (DE). Salienta-se que DM e DE são processos privados, não sendo possível visualizar o seu funcionamento interno, enquanto que LV é público. O PoP inicia quando um cliente realiza uma busca por determinado produto (móvel ou eletrodoméstico) na loja virtual. A busca é direcionada para os distribuidores parceiros da loja virtual. Baseando-se nos resultados das buscas dos parceiros, a loja seleciona o produto que representa a melhor opção de venda para o cliente e realiza o pedido do produto para o distribuidor do produto selecionado. Em seguida, uma confirmação de venda é enviada por e-mail para o cliente.

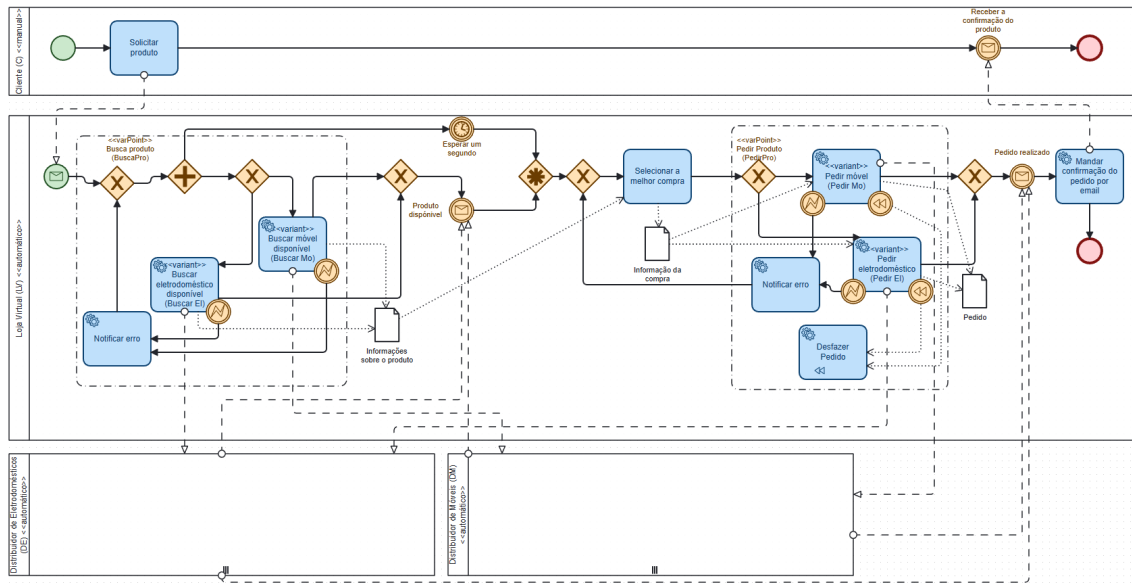


Figura 1. PoP abstrato da loja virtual (adaptado de [Cagnin and Nakagawa 2023])

2.2. M-PoP

Tendo em vista que as alianças de organizações possuem dificuldades para modelar processos de negócio complexos e dinâmicos (ou seja, PoP) e que até então não existiam estudos que propuseram métodos para lidar com as características do PoP [Cagnin and Nakagawa 2022], Cagnin e Nakagawa definiram o método M-PoP. O objetivo geral desse método é primeiramente obter informação do negócio de uma determinada aliança de organizações e, posteriormente, construir o PoP abstrato utilizando a notação BPMN. Para isso, M-PoP indica três visões, em níveis de abstração distintos, para representar o PoP abstrato, conforme ilustradas na Figura 2. Adicionalmente, M-PoP oferece um conjunto de passos baseados em regras para modelar de maneira correta e completa os modelos do PoP.

A **Visão Geral do PoP** (*PoP Overall View*) engloba, em um alto nível de abstração, os processos constituintes das organizações pertencentes a uma aliança, identificando as colaborações e restrições existentes entre eles. A **Visão das Missões do PoP** (*PoP Missions View*) representa todas as missões do PoP em um alto nível de abstração, suas restrições e como elas podem ser realizadas (por exemplo, em paralelo ou de maneira sequencial). A **Visão Detalhada de Missão do PoP** (*PoP Mission Detailed View*) reflete cada missão do PoP, detalhando todas as suas configurações e restrições de variabilidade. Um exemplo de Modelo Detalhado de Missão do PoP é apresentado na Figura 1.

Cada visão do PoP possui dois tipos de modelos para representá-la, sendo um deles para representar as restrições envolvidas, as quais podem ser especificadas utilizando a linguagem OCL (*Object Constraint Language*) [Object Management Group 2014]. O outro tipo de modelo é representado em diagramas de colaboração da notação BPMN. Cada aliança poderá escolher os modelos que devem ser construídos para representar o seu PoP. A elaboração desses modelos pode ser realizada em paralelo, por meio de várias iterações [Cagnin and Nakagawa 2022].

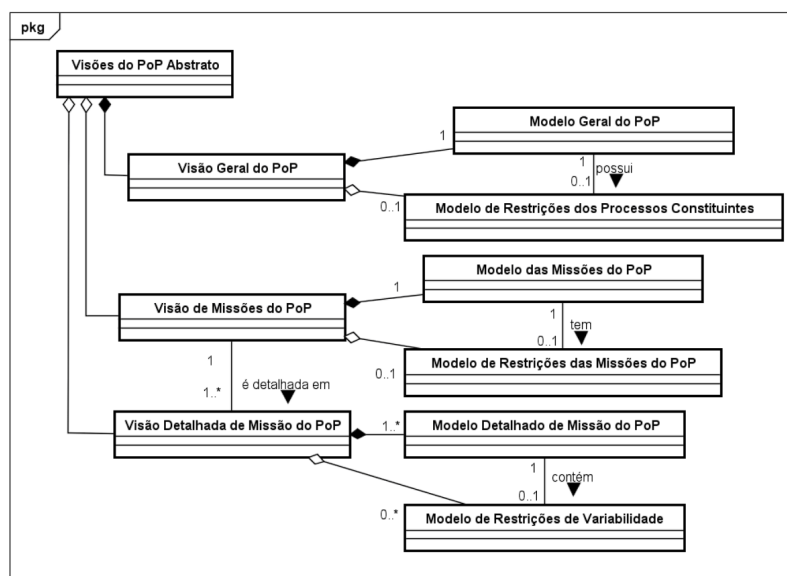


Figura 2. Visões do PoP abstrato e seus respectivos modelos (adaptado de [Cagnin and Nakagawa 2022])

3. Método de Pesquisa

O trabalho foi baseado em pesquisa descritiva e qualitativa e seguiu os passos apresentados na Figura 3. No passo "Entender o problema" foi constatada a carência de apoio computacional para possibilitar a modelagem completa do PoP, e consequentemente, a sua compreensão pelas alianças de organizações.

No passo "Levantar o referencial teórico" foram estudados os principais conceitos que embasaram o desenvolvimento do trabalho, sendo o PoP [Cagnin and Nakagawa 2021] e o método M-PoP [Cagnin and Nakagawa 2022]. No passo "Familiarizar-se com o projeto e código-fonte da PoP Modeler", os dois primeiros autores deste trabalho entenderam a estrutura e o estilo de escrita de código fonte previamente produzido para a construção da ferramenta PoP Modeler [de Mattia 2021, de Mattia et al. 2022].

No passo "Estudar as tecnologias envolvidas", os mesmos autores fizeram um estudo das tecnologias utilizadas no desenvolvimento da PoP Modeler, como React³ e Laravel⁴. A partir desse passo, deu-se início ao desenvolvimento iterativo do módulo *PoP Modeling*.

No passo "Levantar requisito por meio de reuniões" eram feitas reuniões semanais onde eram produzidas atas com os objetivos a serem cumpridos até a próxima reunião e, caso necessário, no passo "Estender o metamodelo da PoP Modeler" o metamodelo era refinado a fim de adicionar informações pertinentes às funcionalidades que estavam sendo implementadas. Para refinar os requisitos levantados em cada reunião semanal, eram elaborados protótipos das telas correspondentes às funcionalidades solicitadas no passo "Elaborar protótipo". Posteriormente, o requisito era documentado no passo "Refinar e documentar requisito". Em seguida, o requisito era desenvolvido e testado no passo "Pro-

³<https://react.dev/>

⁴<https://lumen.laravel.com/docs/10.x>

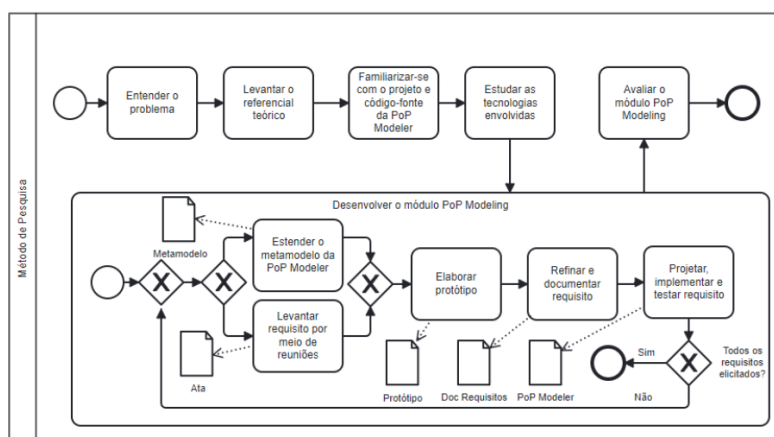


Figura 3. Conjunto de passos realizados para o desenvolvimento do trabalho

jetar, implementar e testar requisito”. Quando o módulo foi finalizado, foi conduzida uma avaliação por meio de um estudo de viabilidade envolvendo especialistas em modelagem de processos de negócio e PoP.

4. Ferramenta PoP Modeler: Módulo PoP Modeling

PoP Modeler^{5 6} é uma ferramenta desenvolvida na plataforma web para apoiar o gerenciamento e a representação de PoP de alianças de organizações de forma clara e adequada, visando facilitar a formação e a gestão dessas alianças para que alcancem os seus objetivos estratégicos de negócio. Em trabalho anterior [de Mattia 2021, de Mattia et al. 2022], foram construídos dois módulos: (i) gerenciamento de aliança (*Business Alliance Management*): permite visualizar, editar e excluir os membros de cada aliança, assim como as colaborações internas e externas à aliança e possibilita atualizar alianças; e (ii) gerenciamento do PoP (*PoP Management*): permite visualizar, editar e excluir cada modelo de processo de negócio dos membros de cada aliança, bem como cada PoP e missões do PoP de cada aliança. O público-alvo desses dois módulos são, respectivamente, os responsáveis pela gestão das alianças de organizações e os analistas de negócio do PoP.

O terceiro módulo, de modelagem do PoP (*PoP Modeling*), foi desenvolvido neste trabalho para propiciar que seu público-alvo (analistas de negócio responsáveis pela modelagem do PoP) crie todas as visões de um determinado PoP, conforme estabelecidas no método M-PoP (Figura 2). Esse módulo está fundamentado na ferramenta BPMN.io, por ter sido desenvolvida para a plataforma web, é baseada na especificação BPMN 2.0 [Object Management Group 2013] da OMG (*Object Management Group*) e possui código fonte aberto.

PoP Modeler foi desenvolvida utilizando práticas dos métodos ágeis Scrum [Sutherland 2014] e XP (eXtreme Programming) [Beck 2000], como reuniões frequentes, prototipação, desenvolvimento incremental, programação em pares e entregas frequentes.

⁵<http://popmodeler.ledes.net/>

⁶O código fonte e a documentação da ferramenta podem ser encontrados nos seguintes repositórios públicos: <https://gitlab.com/popmodeler/frontend>, <https://gitlab.com/popmodeler/backend> e <https://gitlab.com/popmodeler/documentation>

A Figura 4 mostra o metamodelo da *PoP Modeler*. Para ilustrar a contribuição deste trabalho, as classes criadas para a construção do módulo *PoP modeling* estão destacadas na cor azul e as demais classes já existentes, que contemplam os módulos *Business Alliance Management* e *PoP Management* estão destacadas na cor amarela. Em particular, as classes na cor azul *PoP Overall Model*, *PoP Missions Model* e *PoP Mission Detailed Model* referem-se, respectivamente, aos Modelo Geral do PoP, Modelo de Missões do PoP e Modelo Detalhado de Missão do PoP descritos na Seção 2.2. Um PoP pode conter um *PoP Overall Model* e um *PoP Missions Model*. Cada missão do PoP pode ter apenas um *PoP Mission Detailed Model*. Os modelos de restrições (ou seja, *Constituent Processes Constraints Model* - Modelo de Restrições dos Processos Constituintes, *PoP Missions Constraints Model* - Modelo de Restrições das Missões do PoP e *Variability Constraints Model* - Modelo de Restrições de Variabilidade) foram representados por atributos nas classes correspondentes aos outros modelos das visões do PoP.

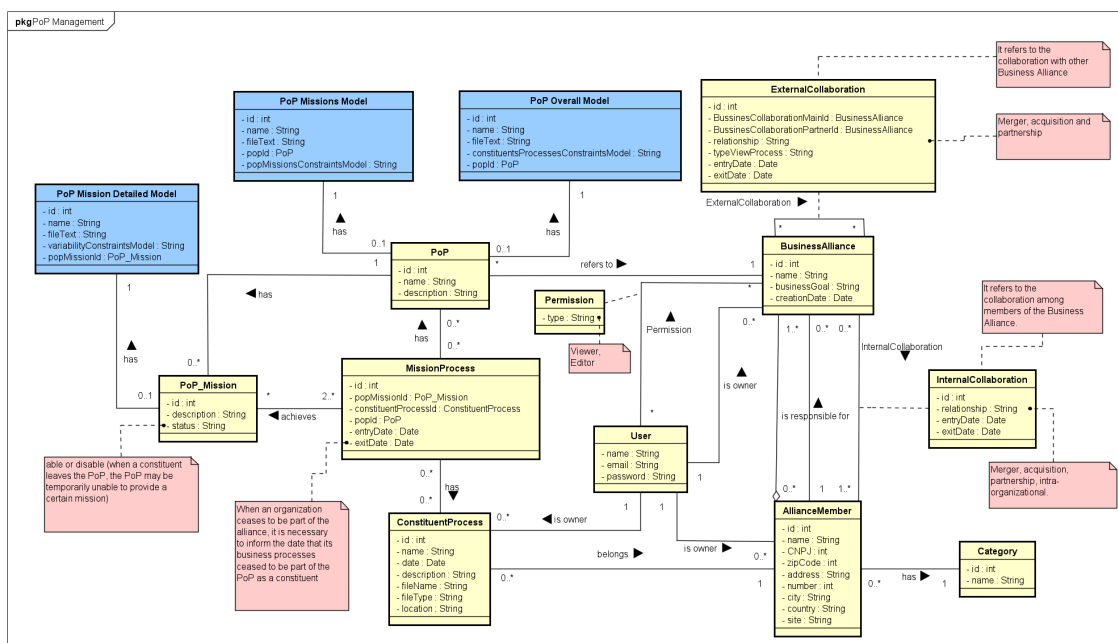


Figura 4. Metamodelo da *PoP Modeler*

A Figura 5 apresenta a tela principal do módulo *PoP Modeling*, em que é possível observar as três visões mencionadas anteriormente, no menu no lado esquerdo.

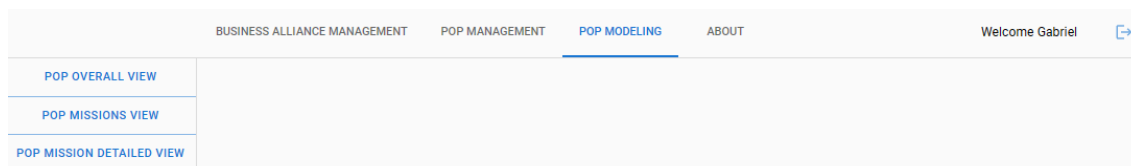


Figura 5. Tela inicial do módulo *PoP modeling*

4.1. Requisitos funcionais

A seguir são elencados os principais requisitos funcionais do módulo *PoP Modeling*:

- Modelar cada visão de um PoP, oferecendo um ambiente de modelagem baseado na ferramenta BPMN.io e obedecendo as regras de modelagem do M-PoP;
- Na modelagem da Visão Geral do PoP (*PoP Overall View*), a ferramenta deve possibilitar:
 - Criar um Modelo Geral do PoP (*PoP Overall Model*), exibindo uma listagem das alianças cadastradas previamente (módulo *Business Alliance Management*) e seus PoP (módulo *PoP Management*). Ao escolher um PoP, a ferramenta cria automaticamente uma piscina para representar cada processo constituinte do PoP. Se o responsável pelo registro do PoP, no módulo *PoP Management*, adicionar um novo processo constituinte, a ferramenta emitirá um alerta informando que o modelo está desatualizado quando o responsável pela modelagem for carregar o Modelo Geral do PoP;
 - Carregar, salvar ou fazer download de um Modelo Geral do PoP; e
 - Criar e salvar o Modelo de Restrições dos Processos Constituintes.
- Na modelagem da Visão de Missões do PoP (*PoP Missions View*), a ferramenta deve possibilitar:
 - Criar um Modelo de Missões do PoP (*PoP Missions Model*), exibindo uma listagem das alianças cadastradas previamente (no módulo *Business Alliance Management*) e seus PoP (registrados no módulo *PoP Management*). Ao escolher um PoP, a ferramenta cria automaticamente uma piscina com subprocessos colapsados representando cada missão do PoP. Caso o responsável pela modelagem adicione outros subprocessos, a ferramenta deve emitir um alerta sobre a inconsistência do modelo em relação às missões registradas no módulo *PoP Management*. Caso o responsável pelo gerenciamento do PoP adicionar uma nova missão, quando o responsável pela modelagem for carregar o Modelo de Missões do PoP a ferramenta emitirá um alerta informando que o modelo está desatualizado;
 - Carregar, salvar ou fazer download de um Modelo de Missões do PoP; e
 - Criar e salvar o Modelo de Restrições das Missões do PoP.
- Na modelagem da Visão Detalhada de Missão do PoP (*PoP Mission Detailed View*), a ferramenta deve possibilitar:
 - Criar um Modelo Detalhado de Missão do PoP (*PoP Mission Detailed Model*), exibindo uma listagem das alianças cadastradas previamente (no módulo *Business Alliance Management*) seus PoP e suas missões (registrados no módulo *PoP Management*). Ao escolher uma missão, a ferramenta deve unir automaticamente todos os processos constituintes que pertencem a missão. A ferramenta deve garantir que cada processo constituinte esteja representado em uma piscina BPMN.;
 - Carregar, salvar ou fazer download de um Modelo Detalhado de Missão do PoP;
 - Fazer *upload* de um Modelo Detalhado de Missão do PoP já criado; e
 - Criar e salvar o Modelo de Restrições de Variabilidade.

4.2. Arquitetura

PoP *Modeler* foi desenvolvida com base na arquitetura cliente-servidor [Tanenbaum 2007]. No lado servidor, utilizou-se o framework Laravel Lumen⁷

⁷<https://lumen.laravel.com/docs/10.x>

para a implementação de uma *API Rest* com a persistência dos dados em PostgreSQL⁸. No lado cliente, foram utilizadas as bibliotecas React⁹ e Material UI¹⁰ e esse cliente faz requisições por meio da *API Rest*. A Figura 6 ilustra uma visão geral do diagrama de implantação, explicitando a forma de comunicação entre as camadas da arquitetura.

As tecnologias supracitadas foram selecionadas para uso no projeto devido ao fato de serem amplamente adotadas na indústria para o desenvolvimento de aplicações web, além disso foram escolhidas por possuírem uma baixa curva de aprendizado e estão em conformidade com aquelas utilizadas no desenvolvimento da ferramenta BPMN.io.

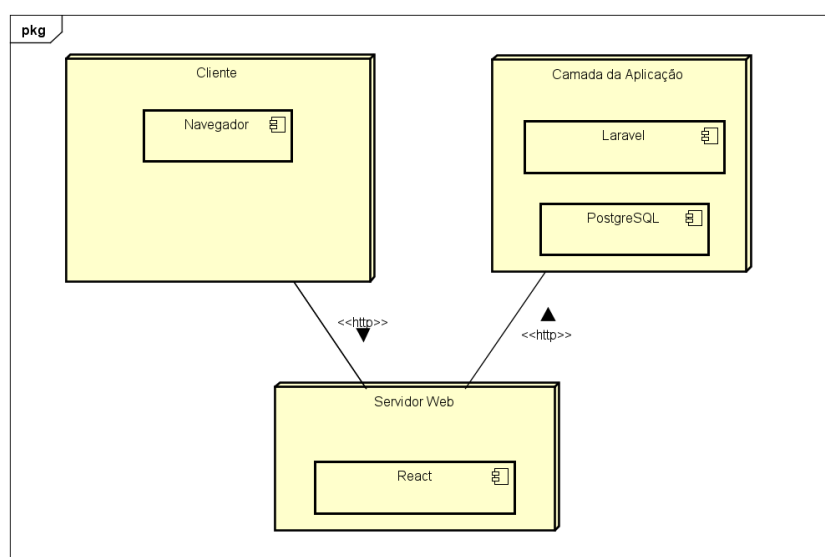


Figura 6. Diagrama de implantação

4.3. Funcionamento e Exemplo de Uso

Para gerar os modelos descritos pelo M-PoP com o apoio da ferramenta, recomenda-se realizar os seguintes passos antes de utilizar o módulo *PoP Modeling*:

- No módulo *Business Alliance Management*:
 - Cadastrar as organizações membros de alianças; e
 - Cadastrar a aliança de organizações, associando os seus respectivos membros;
- No módulo *PoP Management*:
 - Cadastrar os processos constituintes das organizações membros de alianças;
 - Cadastrar o PoP de uma determinada aliança de organizações e as suas respectivas missões; e
 - Adicionar os processos constituintes em cada missão do PoP.

Para exemplificar o uso da ferramenta¹¹, é apresentada a seguir a construção do Modelo Detalhado de Missão do PoP de loja virtual, descrito na Seção 2.1.

⁸<https://www.postgresql.org/>

⁹<https://react.dev/>

¹⁰<https://mui.com/>

¹¹A documentação completa da ferramenta *PoP Modeler* está disponível em <http://popmodelerdoc.ledes.net/>

A Figura 7 mostra o *PoP Overall Model* gerado automaticamente pelo módulo *PoP Modeling*, representando os constituintes pertencentes ao PoP em piscinas BPMN. Para isso, a ferramenta busca esses constituintes, que foram previamente cadastrados no módulo *PoP Management*. Em seguida, o responsável pela modelagem deve adicionar a comunicação entre os processos constituintes por meio de fluxos de mensagens.

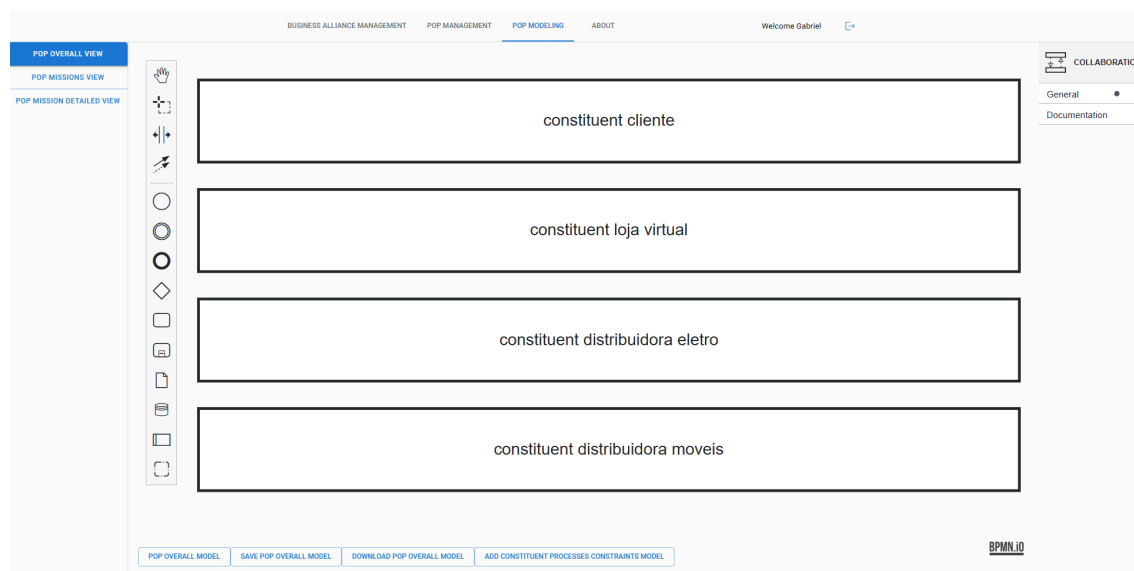


Figura 7. *PoP Overall Model* do PoP de loja virtual

A Figura 8 exibe o *PoP Missions Model*, em que foi criada automaticamente uma piscina e para cada missão do PoP cadastrada no módulo *PoP Management* foi gerado automaticamente um subprocesso cujo nome é igual o da missão. Em seguida, o responsável pela modelagem deve adicionar elementos na modelagem que representem como as missões serão executadas (em paralelo, de forma sequencial, de forma exclusiva, etc).

A Figura 9 apresenta o *PoP Mission Detailed Model* gerado pela ferramenta, correspondente à missão descrita na Seção 2.1 e exibida na Figura 8. Esse modelo foi gerado automaticamente fazendo a busca de todos os processos constituintes cadastrados no módulo *PoP Modeling* para cumprir uma determinada missão de um PoP e fazendo a união deles em um mesmo ambiente por meio de uma conversão de um texto XML (*Extensible Markup Language*) para um objeto DOM (*Document Object Model*). Após essa conversão, foram feitas diversas manipulações nas *tags* e atributos a fim de fazer essa união de processos constituintes provindos de arquivos diferentes assim como ajustar seu posicionamento para não haver sobreposição de piscinas BPMN no modelo gerado. Na Figura 9 é possível observar os processos constituintes participantes da missão de interesse. Em seguida, o responsável pela modelagem deve adicionar a comunicação entre os processos constituintes por meio de fluxos de mensagens e representar as variabilidades, caso existam, por meio do estereótipo *variant* em tarefas BPMN incorporadas em agrupamento BPMN, identificados com o estereótipo *varPoint*, conforme definido no M-PoP [Cagnin and Nakagawa 2022].

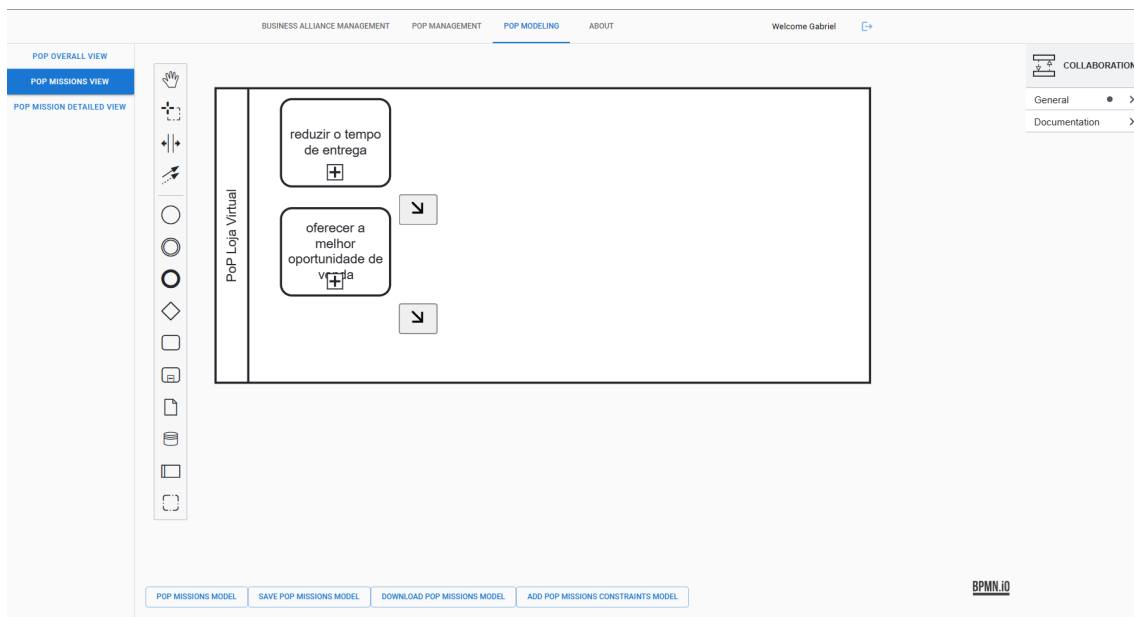


Figura 8. PoP Missions Model do PoP de loja virtual

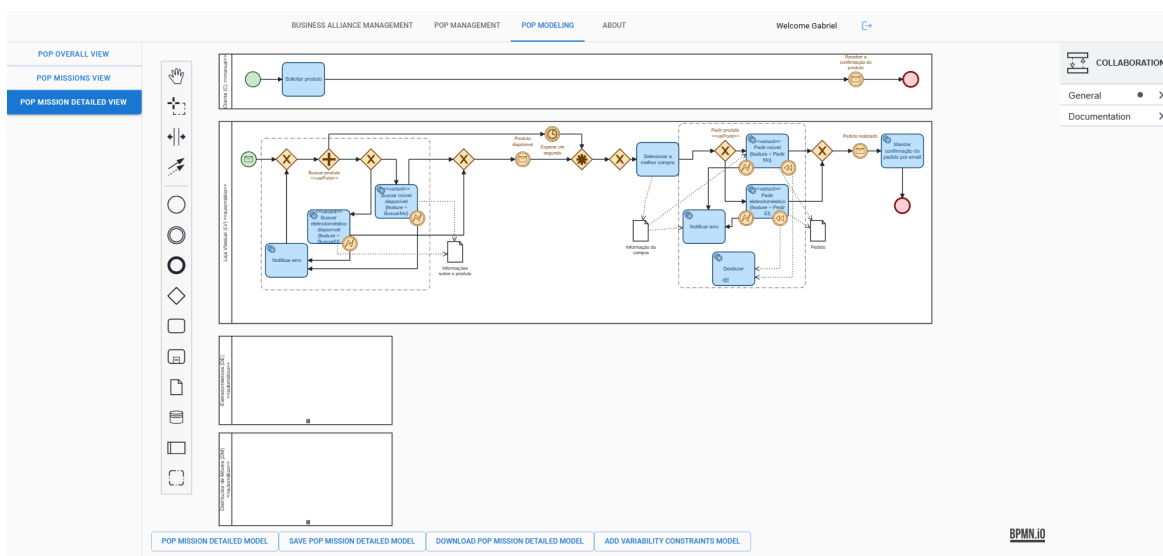


Figura 9. PoP Mission Detailed Model do PoP de loja virtual

Por fim, a Figura 10 exibe o modelo de restrições de variabilidade do PoP de loja virtual, que é um dos modelos de restrições indicado pelo M-PoP. Salienta-se que a ferramenta não verifica se a especificação da restrição está em conformidade com a linguagem OCL.

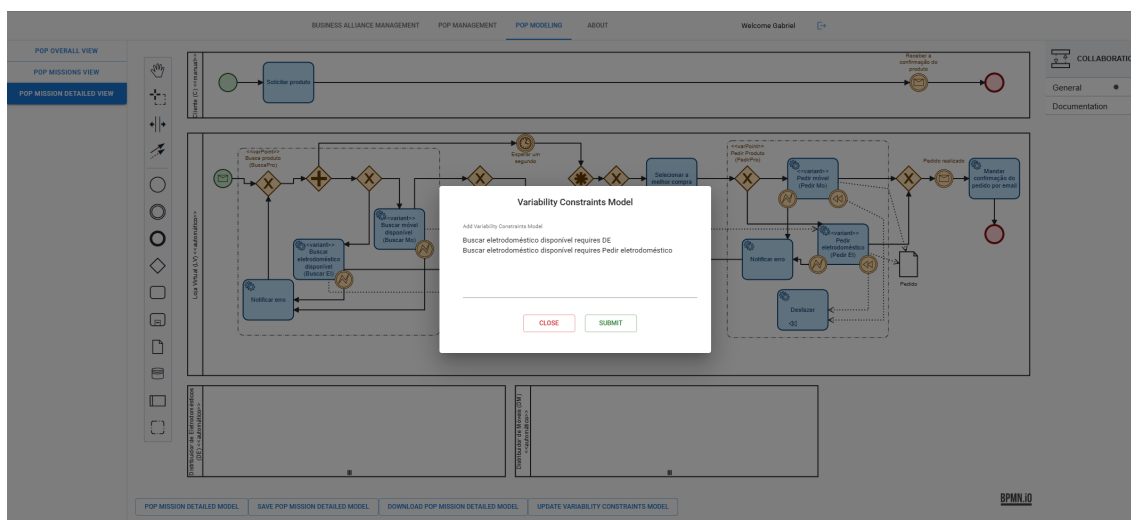


Figura 10. Modelo de restrições de Variabilidade do PoP de loja virtual

5. Avaliação do módulo PoP Modeling

Para avaliar o módulo *PoP Modeling* foi conduzido um estudo de viabilidade. O **objetivo** do estudo de viabilidade é analisar esse módulo da ferramenta *PoP Modeler* como apoio computacional para o método M-PoP, **com o propósito de** observar a sua utilidade e facilidade de uso **com respeito** ao apoio na construção das visões do PoP, **a partir do ponto de vista de** especialistas em modelagem de processos de negócio e PoP.

Participaram da avaliação quatro especialistas, um deles com bom conhecimento e os outros com conhecimento muito bom em BPMN e PoP. Os especialistas têm entre 24 a 144 meses de experiência com o uso de BPMN e todos já utilizaram essa notação para modelar a comunicação entre processos de negócios e somente um não lembra se já a utilizou para modelar tratamento de exceções em processos de negócios. Todos os participantes conhecem o método M-PoP. Cada avaliador modelou um PoP distinto em diferentes domínios (ou seja, jurídico, saúde, educacional e de agronegócio), sendo o processo de negócio de domínio educacional e de saúde com complexidade¹² alta e o restante com complexidade média.

Após o uso do módulo *PoP Modeling*, cada avaliador respondeu um questionário elaborado especificamente para obter *feedbacks* dos especialistas em relação a sua facilidade de uso e a utilidade como apoio a modelagem do PoP. Para coletar os dados qualitativos, as perguntas fechadas são baseadas em uma escala de Likert (discordo totalmente, discordo, não estou decidido, concordo, concordo totalmente). Os avaliadores também tiveram a oportunidade de sugerir melhorias para o módulo.

Ao serem questionados, quatro especialistas em modelagem do PoP concordaram sobre a facilidade de uso do módulo *PoP Modeling*. Acredita-se que essa concordância se deve ao fato de que neste trabalho foi decidido desenvolver esse módulo com base na ferramenta BPMN.io que é amplamente utilizada pela indústria e academia, logo se trata de uma forma eficiente de apresentar um editor de modelos BPMN.

¹²O nível de complexidade do PoP foi indicado por cada avaliador levando em consideração o número de constituintes e a comunicações entre eles, a quantidade de missões e a quantidade de restrições.

Em relação a utilidade do módulo quanto ao apoio na modelagem de grandes processos de negócios, como é o PoP, três concordaram totalmente e um concordou. Sugere-se que esse resultado foi obtido pela ferramenta oferecer a estrutura inicial dos modelos propostos no método M-PoP, assim o analista de negócio precisa somente completar o modelo, adicionando as outras informações e elementos necessários, como é o caso da adição dos fluxos de mensagens no *PoP Overall Model* e no *PoP Mission Detailed Model*.

Os avaliadores sugeriram melhoria na criação de novos modelos, para que seja exibido um alerta caso já exista um modelo salvo, a fim de evitar sobreposições. Além disso, apontaram que seria também interessante alertar o usuário quando for sair de uma visão do PoP que está sendo modelada, somente quando houver alguma mudança no modelo que não foi salva. Outra melhoria sugerida foi adicionar a opção de alteração de cor dos elementos em cada visão do PoP.

Diante dos resultados obtidos, constata-se que o módulo *PoP Modeling* é útil e fácil de ser utilizado para a modelagem de PoP, de acordo com as três visões definidas no M-PoP.

As principais ameaças à validade deste trabalho estão relacionadas a: (i) validade interna: a falta ou pouco conhecimento no M-PoP e em BPMN (em particular, diagramas de comunicação) poderia dificultar o entendimento do módulo *PoP Modeling* e o seu uso. Para contornar essa ameaça, foram selecionados participantes que conheciam o M-PoP e BPMN e já haviam modelado PoP de acordo com esse método; (ii) validade de construção: os PoP considerados no estudo poderiam ser a maior ameaça à essa validade. Para mitigar isso, cada participante modelou na ferramenta PoP reais de vários domínios e com complexidade distintas; (iii) validade externa: os resultados obtidos não podem ser generalizados, devido ao número reduzido de participantes e de PoP modelados com o apoio da ferramenta. Para minimizar essa ameaça, foram selecionados participantes com experiência em PoP e que modelaram PoP reais com comportamento dinâmico e com vários processos constituintes envolvidos; e (iv) validade de conclusão: o módulo *PoP Modeling* foi avaliado por meio de um estudo de viabilidade e acredita-se que os resultados obtidos estejam corretos. Porém, para minimizar essa ameaça, os participantes envolvidos geraram os modelos de todas as visões do PoP que cada um modelou com o apoio da ferramenta.

6. Conclusão

A principal contribuição deste trabalho foi incrementar a ferramenta *PoP Modeler* com o módulo *PoP Modeling* e possibilitar futuros estudos que vão evoluir os conhecimentos em relação ao método M-PoP proposto por Cagnin e Nakagawa [Cagnin and Nakagawa 2022]. Com a incorporação do módulo *PoP Modeling* na ferramenta, desenvolvido neste trabalho, espera-se que o uso do método M-PoP seja difundido tanto na academia quanto na indústria e que as alianças de organizações despendam menos tempo e, conseqüentemente, custos para compreender os seus PoP.

Adicionalmente, no âmbito acadêmico, os modelos do PoP construídos com o apoio deste trabalho estão sendo utilizados em dois trabalhos de mestrado [Pereira 2022, Costa et al. 2022] como fonte de informação para a extração de requisitos de interoperabilidade e de confiabilidade de Sistemas-de-Sistemas [Maier 1998, Nielsen et al. 2015],

que comumente automatizam PoP.

O trabalho possui limitações na representação dos modelos de restrição do PoP que está restrita somente a texto, não é possível utilizar o teclado como atalho de funções, as telas de modelagem das visões não permitem o retorno ao processo anterior após acessar um processo colapsado e não existe a opção de *undo*. Além disso, a partir da avaliação, foram indicadas algumas sugestões de melhorias no módulo *PoP Modeling* descritas na Seção 5.

Como trabalhos futuros decorrentes da pesquisa realizada, podem ser incorporadas à ferramenta as melhorias sugeridas pelos avaliadores, bem como possibilitar a representação dos modelos de restrições por meio do uso de linguagens específicas para isso, como é o caso da OCL, conforme indicado no método M-PoP. Além disso, sugere-se a possibilidade de abrir o *PoP Mission Detailed Model* de um determinada missão a partir do *PoP Missions Model*.

Referências

- Aalst, W. (2013). Business Process Management: a Comprehensive Survey. *ISRN Software Engineering*, 2013:1–37.
- Beck, K. (2000). *Extreme programming explained: embrace change*. addison-wesley professional.
- Cagnin, M. I. and Nakagawa, E. Y. (2021). Towards dynamic processes-of-business processes: A new understanding. *Business Process Management Journal*, 27(5):1545–1568.
- Cagnin, M. I. and Nakagawa, E. Y. (2022). M-PoP: Leveraging the systematic modeling of processes-of-business processes. *Business Process Management Journal*, 28(5/6):1412–1445.
- Cagnin, M. I. and Nakagawa, E. Y. (2023). Processes-of-business processes: A novel information source of systems-of-systems requirements. *International Journal on Software and Systems Modeling*, pages 1–46. (em fase de revision).
- Costa, M. G. N., Paiva, D. M. B., and Cagnin, M. I. (2022). How are the interoperability requirements addressed in the systems-of-systems context? In *XVIII Brazilian Symposium on Information Systems*, SBSI. Association for Computing Machinery.
- de Mattia, W. G. (2021). PoP Modeler: Apoio computacional para o gerenciamento de processos-de-processos de negócio. Projeto de Iniciação Científica, Faculdade de Computação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.
- de Mattia, W. G., Costa, M. G. N., and Cagnin, M. I. (2022). PoP Modeler: Apoio computacional para a modelagem de processos-de-processos de negócio. In *Integra UFMS 2022*, page 1.
- Dumas, M., Rosa, M. L., Mendling, J., and Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*, volume 1. Springer.
- Kumar, V. and Sharma, P. (2019). *Introduction to Merger, Acquisition, and Corporate Restructuring*, pages 1–29. Springer Singapore, Singapore.

- Maier, M. (1998). Architecting Principles for Systems-of-Systems. *Systems Engineering*, 1(4):267–284.
- Nielsen, C., Larsen, P., Fitzgerald, J., Woodcock, J., and Peleska, J. (2015). Systems of Systems Engineering: Basic Concepts, Model-Based Techniques, and Research Directions. *ACM Computing Surveys*, 48(2):1–41.
- Object Management Group (2013). Business Process Model and Notation (BPMN). <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/>. Access in: 01/16/2021.
- Object Management Group (2014). Object Constraint Language (OCL) – Version 2.4. <http://www.omg.org/spec/OCL/2.4/>. Acesso em: 21/09/2022.
- Pereira, S. d. A. M. (2022). Extração de requisitos de confiabilidade de sistemas-de-sistemas a partir de processos-de-processos de negócio. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Qualificação de mestrado, Campo Grande, MS, Brasil.
- Rosa, M. L., Aalst, W. M. P. V. D., Dumas, M., and Milani, F. P. (2017). Business process variability modeling: A survey. *ACM Computing Surveys*, 50(1):2:1–2:45.
- Sutherland, J. (2014). *Scrum: a revolutionary approach to building teams, beating deadlines, and boosting productivity*. Random House.
- Tanenbaum, A. S. (2007). *Distributed systems principles and paradigms*. Pearson Education.