

Cenários Abstratos de Tratamento de Exceções na Interoperabilidade de Processos-de-Processos de Negócios

Sidny de Almeida Molina¹, Murilo Gustavo Nabarrete Costa¹,
Abraão Gualberto Nazário¹, Débora Maria Barroso Paiva¹ e Maria Istela Cagnin¹

¹Faculdade de Computação – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)
Cidade Universitária, Campo Grande, MS - CEP 79070-900

{sidny.molina,murilo.costa,abraao.nazario,debora.paiva,istela.machado}@ufms.br

Abstract. *It is not a trivial task to ensure reliability during the interoperability of business processes from distinct companies that work together to enjoy mutual benefits because complex and dynamic business processes emerge (i.e., PoP). Specific approaches to support exception handling modeling in this context are essential; however, there is a lack in the literature. This paper defines BPMN abstract scenarios for exception handling in PoP interoperability that are evaluated by experts. As a main contribution, experts helped to refine the appropriate BPMN elements to represent the exception handling in the communication between constituent processes of the PoP.*

Resumo. *Garantir a confiabilidade durante a interoperabilidade de processos de negócio de empresas distintas que trabalham em conjunto para desfrutar de benefícios mútuos não é uma tarefa trivial pois surgem processos de negócio complexos e dinâmicos (ou seja, PoP). Abordagens específicas para apoiar a modelagem de tratamento de exceções nesse contexto são essenciais, contudo há carência na literatura. Este artigo define cenários abstratos em BPMN de tratamento de exceções na interoperabilidade de PoP avaliados por sete especialistas. Como principal contribuição, os especialistas ajudaram a refinar os elementos BPMN apropriados para representar o tratamento de exceções na comunicação entre processos constituintes do PoP.*

1. Introdução

No contexto atual do mundo dos negócios, é cada vez mais comum observar a ocorrência de colaborações entre organizações (por meio de fusões, aquisições e parcerias) [Kumar et al. 2019] formando alianças de organizações, com o intuito de alcançar objetivos organizacionais mais abrangentes e desfrutar de diversos benefícios. Essas colaborações permitem que as organizações atinjam resultados que não seriam possíveis de serem alcançados de forma individual, como aumento da lucratividade e competitividade. Normalmente, cada organização de uma aliança possui sistemas de software individuais (denominados constituintes) que precisam se comunicar com os sistemas das demais organizações fazendo surgir sistemas complexos, que oferecem capacidades que só podem ser alcançadas por meio da interoperabilidade entre eles, e geralmente são chamados Sistemas-de-Sistemas (SoS - *Systems-of-Systems*) [Maier 1998].

Em paralelo, cada organização de uma aliança contém seus próprios processos de negócio individuais e específicos, denominados processos constituintes. Quando esses

processos são combinados para alcançar os objetivos estratégicos das alianças, surgem processos de negócios complexos e dinâmicos, que são normalmente automatizados por SoS e são nomeados Processos-de-Processos de Negócio (PoP - *Processes-of-Business Processes*) [Cagnin and Nakagawa 2021].

No entanto, garantir a interoperabilidade entre os processos constituintes automatizados por SoS não é uma tarefa trivial [Li et al. 2017], principalmente devido ao dinamismo que ocorre quando organizações entram em uma aliança ou deixam de fazer parte dela [Cagnin and Nakagawa 2021]. Consequentemente, a interoperabilidade entre esses processos constituintes pode ser instável, apresentando uma série de desafios para as organizações [Li et al. 2017]. Nesse contexto, é essencial que existam abordagens específicas para apoiar a modelagem de situações excepcionais que surgem durante a interoperabilidade entre os processos constituintes com o intuito de realizar o seu tratamento adequado e garantir que os processos sejam executados conforme o planejado [Andree et al. 2022]. Sabe-se que há abordagens para modelagem de tratamento de exceções no contexto de processos de negócio tradicionais [Lerner et al. 2010] (Seção 2), no entanto nenhum estudo foi encontrado no âmbito de PoP.

Os modelos de processos de negócios são os artefatos mais valiosos do gerenciamento de processos de negócios (BPM - *Business Process Management*) [Weske 2019]. O BPM desempenha um papel central nas organizações, visando otimizar os seus processos de negócios e ajudar no alcance de seus objetivos estratégicos. Esses modelos podem ser representados textualmente ou visualmente por meio de uma linguagem de modelagem [Weske 2019]. Atualmente, a notação BPMN (*Business Process Model and Notation*) [Object Management Group 2013] é a linguagem mais utilizada nas organizações e na academia. Sua principal finalidade é fornecer uma notação compreensível tanto para engenheiros de software quanto para analistas de negócios [Object Management Group 2013]. BPMN também tem sido utilizada para especificar e gerenciar processos de negócios em SoS [Santos et al. 2020] e em SoIS [Loja et al. 2020]. Logo, essa notação pode ser útil para modelar o tratamento de exceções durante a interoperabilidade que ocorre em PoP [Cagnin and Nakagawa 2021].

O objetivo deste artigo é propor cenários abstratos em BPMN de tratamento de exceções (ou seja, no envio e no recebimento de mensagens) construídos a partir de uma pesquisa exploratória utilizando cenários concretos de PoP (Seção 3). A adequação da modelagem de ambos cenários foi analisada por sete especialistas em BPMN (Seção 4), por meio de um questionário elaborado especificamente para isso. Os resultados obtidos (Seção 4.4) permitiram refinar os elementos BPMN utilizados para representar de maneira adequada o tratamento de exceções no envio e no recebimento de retorno de mensagens no contexto de PoP.

2. Tratamento de Exceções em Processos de Negócio

Normalmente as exceções surgem a partir de diversas situações que desviam a execução normal de um processo de negócio [Kurz et al. 2013]. Essas exceções indicam a necessidade de um tratamento especial para lidar com situações inesperadas que podem ocorrer. Esse tratamento especial é conhecido como tratamento de exceções, que permite separar as atividades regulares de um processo de negócio das suas atividades excepcionais [Lerner et al. 2010]. Porém, muitos processos de negócios não

possuem um tratamento adequado para lidar com determinadas situações que podem surgir [Lerner et al. 2010]. Isso ocorre porque os processos constituintes podem não ser críticos o suficiente ou porque as exceções não foram modeladas adequadamente [Lerner et al. 2010, Andree et al. 2022]. Consequentemente, há uma escassez de notações para representar as exceções de forma apropriada [Lerner et al. 2010]. No entanto, essas situações podem ser representadas por meio da notação BPMN [Lerner et al. 2010, Weske 2019]. A representação do tratamento de exceções nos processos de negócio usando a notação BPMN traz diversos benefícios, como uma melhor compreensão do ambiente organizacional em que o sistema será utilizado, garantindo que os requisitos estejam alinhados com as necessidades reais do negócio [Przybylek 2014] e a redução de ambiguidades ou redundâncias em processos de negócios complexos, identificando problemas que desviam do seu fluxo normal [Pufahl et al. 2022].

3. Cenários Abstratos de Tratamento de Exceções na Interoperabilidade de PoP

Foram desenvolvidos cenários abstratos em BPMN de tratamento de exceções que abrangem o envio de requisições (ou seja, mensagens) e o recebimento de retorno dessas requisições, com o objetivo de representar diversas situações excepcionais que ocorrem durante a interoperabilidade entre processos constituintes distintos que compõem PoP. A elaboração desses cenários abstratos foi realizada por meio de exemplos de elementos de tratamento de exceções da especificação da notação BPMN [Object Management Group 2013], levando em consideração o contexto de PoP dirigido¹. Além disso, os cenários abstratos foram concebidos a partir do conhecimento obtido nas modelagens de cenários concretos e reais de diferentes domínios, como: (i) educação (PoP de repositório institucional da UFMS), (ii) agronegócio (PoP de monitoramento de produtividade e bem-estar animal da Embrapa Gado de Corte) e (iii) saúde (PoP de saúde pública [Cagnin and Nakagawa 2021]), e com base em situações de falhas de SoS [Andrews et al. 2013], que automatizam PoP, por meio de um cenário real de emergência (resgate). Essa pesquisa exploratória permitiu a representação de situações reais enfrentadas pelas alianças de organizações, oferecendo *insights* valiosos para compreender e aprimorar o tratamento de exceções no contexto da interoperabilidade entre processos constituintes.

Para representar falhas que podem ocorrer em uma tarefa, o elemento evento intermediário de erro (raio em amarelo) é anexado na borda das tarefas de envio e de recebimento de requisições. Além disso, dois subprocessos são propostos neste trabalho, um para “Realizar tratamento de exceções no envio” de requisições e o outro para “Realizar tratamento de exceções no recebimento” de retorno de requisições. Cada subprocesso é associado ao fluxo de sequência que sai de cada evento intermediário de erro para realizar o tratamento de exceções correspondente, conforme apresentado na Figura 1.

3.1. Cenário de tratamento de exceções durante o envio de mensagens

Para representar as diversas falhas que comumente ocorrem nas tarefas de envio de requisições de um processo constituinte dominante (Figura 1) e os respectivos tratamen-

¹Os processos constituintes automatizados por sistemas constituintes do SoS são controlados por uma autoridade central, ou seja, por um processo dominante responsável por alcançar as missões do PoP e, consequentemente, do SoS.

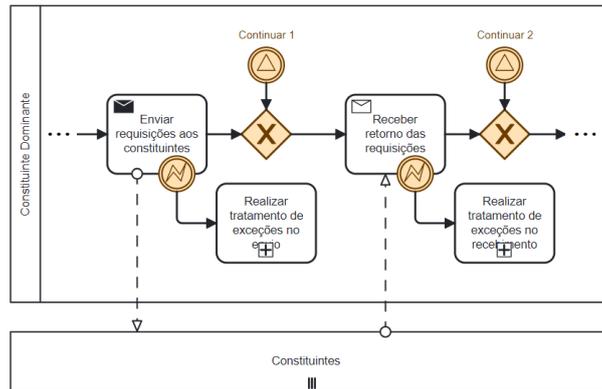


Figura 1. Exemplo de interoperabilidade entre processos constituintes durante o envio de requisições e recebimento de retorno de requisições

tos de exceções, a Figura 2 apresenta a modelagem do subprocesso “Realizar tratamento de exceções no envio”.

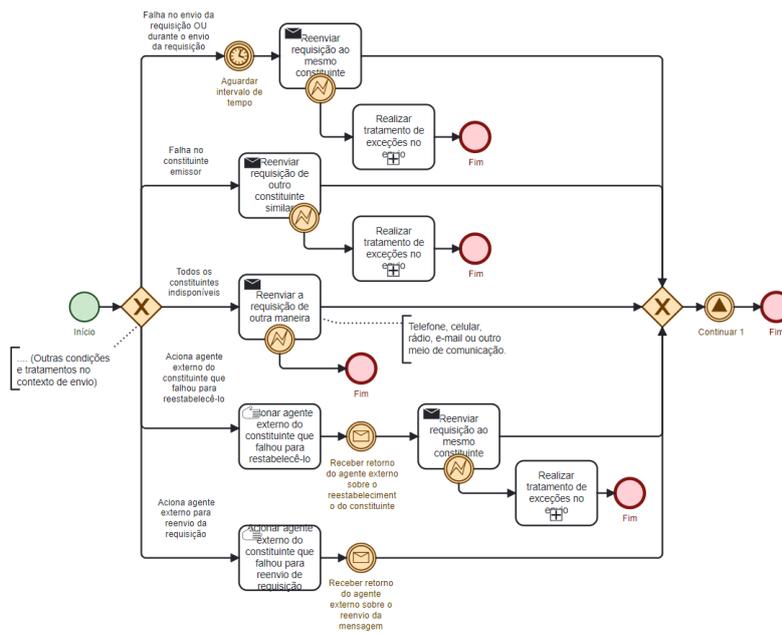


Figura 2. Cenário Abstrato de Tratamento de Exceções no Envio de Requisição

Cada possível falha é representada como condição de um fluxo de sequência de saída de um desvio exclusivo. Caso a condição seja verdadeira, o fluxo contendo o comportamento para realizar o tratamento adequado para a falha ocorrida é executado. Esse comportamento é definido utilizando eventos intermediários e tarefas distintas para lidar com cada situação de falha de envio de requisição. Além disso, em caso de falha no tratamento de uma exceção é possível optar por outro tratamento de exceção mais apropriado para retomar a execução normal do fluxo do processo. Após a conclusão do tratamento de exceções das situações modeladas no envio de requisições, é necessário retomar a execução do fluxo do processo dominante (representado por um evento intermediário de sinal chamado “Continuar 1”).

3.2. Cenário de tratamento de exceções durante o recebimento de retorno de mensagens

Para representar o tratamento de exceções nas tarefas de recebimento do retorno da requisição, a Figura 3 apresenta a modelagem do subprocesso “Realizar tratamento de exceções de recebimento”, que também engloba diversas situações de falhas e o respectivo tratamento de exceção para cada falha. As primeiras quatro situações lidam com falhas no recebimento do retorno da requisição pelo constituinte dominante, enquanto as demais abordam falhas no recebimento do retorno da requisição pelos demais constituintes. Similar ao subprocesso apresentado na seção anterior, um desvio exclusivo é utilizado para selecionar a situação de falha de recebimento e executar o tratamento de exceção adequado. Salienta-se que existe uma distinção no tratamento de exceções relacionado ao constituinte dominante devido à sua importância no gerenciamento de todo o fluxo de execução do PoP. Nesse caso, não é possível a substituição do dominante por outro constituinte similar, diferentemente dos demais constituintes que podem ser substituídos por outros com a mesma capacidade. Além disso, em caso de falha no tratamento de uma exceção também é possível optar por outro tratamento de exceção mais adequado para retomar a execução normal do fluxo do processo. Após a conclusão do tratamento de exceções das situações modeladas no recebimento de retorno de requisições, é necessário retomar a execução do fluxo do processo dominante (representado por um evento intermediário de sinal denominado “Continuar 2”).

4. Análise dos Cenários Abstratos

Esta seção descreve em detalhe o planejamento, a execução e os resultados obtidos da análise dos cenários abstratos de tratamento de exceções durante a interoperabilidade de processos constituintes de PoP.

4.1. Planejamento

Inicialmente, o estabelecimento da avaliação dos cenários abstratos de tratamento de exceções foi baseado na abordagem **GQM** (*Goal-Question-Metric*) [Basili 1992] e estruturado com base nos processos de [Kasunic 2005]. O objetivo dessa avaliação foi analisar a modelagem de dois cenários abstratos de tratamento de exceções durante o envio e o recebimento de retorno de requisições, com a finalidade de observar se a modelagem de cada cenário abstrato é apropriada em relação à representação do tratamento de exceções durante a interoperabilidade entre os processos que compõem o PoP, sob o ponto de vista de especialistas em BPMN.

Foi elaborado um questionário no Google Forms como instrumento para caracterizar o perfil dos participantes (ou seja, localidade de residência, nível de escolaridade mais elevado, área de formação, cargo ou função, nível de conhecimento em BPMN, tempo de experiência no uso da notação BPMN, utilização da BPMN para modelar a comunicação entre processos de negócio e utilização da BPMN para modelar o tratamento de exceções em processos de negócios) e para coletar os dados resultantes da análise de cada cenário abstrato com base em uma escala de *Likert*². Para cada cenário, foi apresentada uma breve descrição do seu objetivo, uma descrição detalhada de sua modelagem e a seguinte pergunta “Você concorda com a modelagem deste cenário abstrato” para ser respondida de acordo com a escala de *Likert* mencionada. Cada cenário abstrato foi analisado levando

²Discordo totalmente, discordo, ainda não estou decidido, concordo e concordo totalmente.

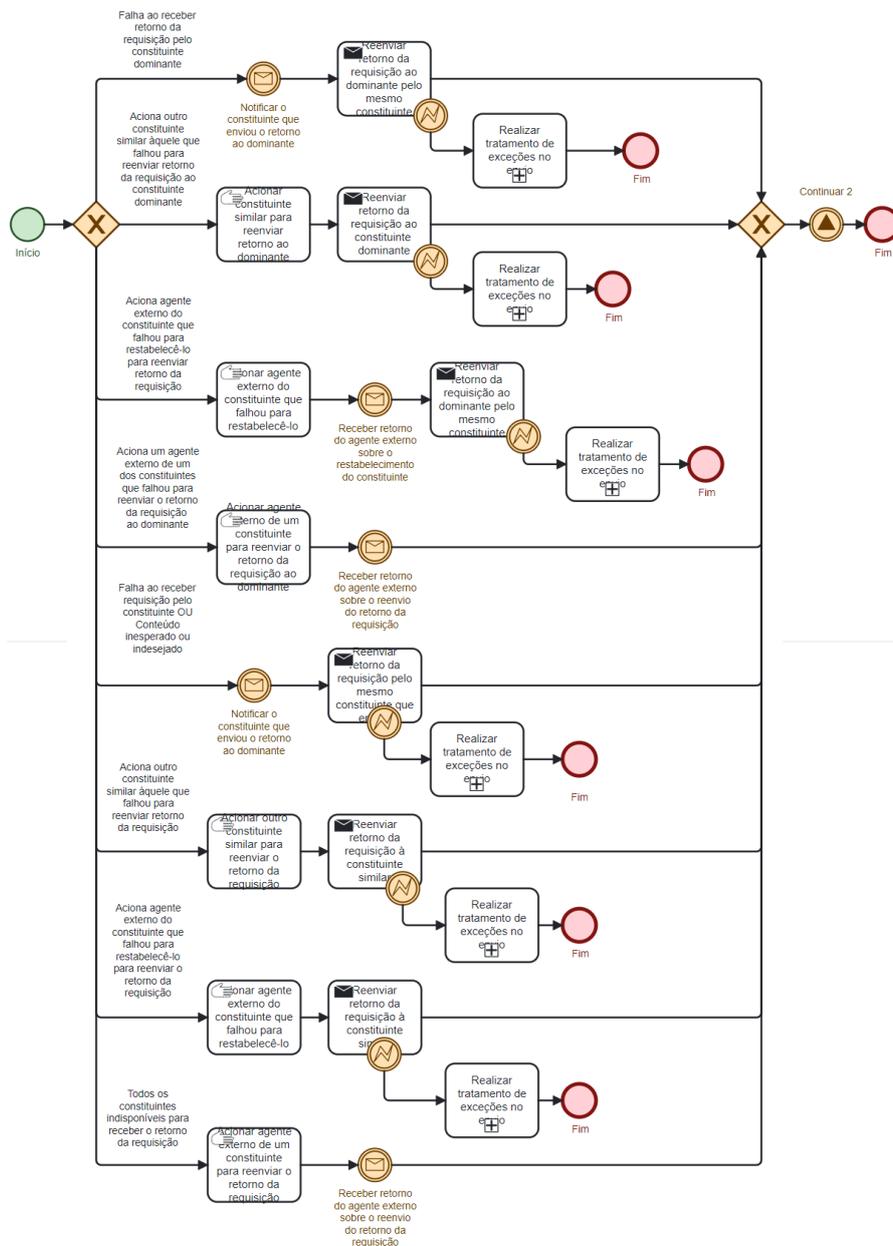


Figura 3. Cenário Abstrato de Tratamento de Exceções no Recebimento de Retorno de Requisição

em consideração a adequação dos elementos BPMN e dos rótulos utilizados na modelagem. O questionário contém também uma questão para que os participantes possam justificar, caso não concordem totalmente com a modelagem de cada cenário abstrato, e sugerir melhorias. Além disso, inclui um termo de consentimento livre e esclarecido.

A seleção dos participantes foi realizada com base na rede de contatos dos autores com especialistas brasileiros em BPMN e por meio de convites na rede social *LinkedIn* a esse público, que foi levantado por meio de busca utilizando o termo “BPMN”. Além disso, co-autores de trabalhos relacionados à BPMN dos especialistas conhecidos foram selecionados por meio da plataforma *Lattes*. Ao todo foram enviados 35 convites diretos.

Visando ter o maior número possível de contribuições para esta pesquisa, foi solicitado aos especialistas selecionados para estender o convite a outras pessoas especialistas em BPMN. Porém, não foi possível quantificar o número de convites indiretos.

As principais ameaças à validade da avaliação do trabalho estão relacionadas a: (i) *envio de convite a contatos dos autores*: para mitigar essa ameaça, foi realizado um *snowballing* para descobrir mais especialistas a partir de rede pessoal profissional e por meio de artigos científicos publicados na área; e (ii) *cobertura das regiões e nacionalidades representadas pelos especialistas e número reduzido de especialistas*: para mitigar essa ameaça é necessário conduzir investigações futuras que estabeleçam estratégias para incluir especialistas das demais regiões brasileiras e também de outros países.

Piloto: Antes de iniciar a execução da análise dos cenários abstratos, um piloto foi realizado com quatro pessoas com conhecimento prévio em BPMN, selecionadas por conveniência. Elas concordaram em participar e contribuir com o piloto, fornecendo sugestões de melhoria para o questionário elaborado. O questionário preliminar foi enviado em **30/01/2023** e o prazo para receber as respostas encerrou em **05/02/2023**. Foram recebidos *feedbacks* em relação à modelagem do tratamento de exceções, os quais foram importantes para aprimorar os cenários abstratos e suas descrições. Os participantes do piloto pontuaram três dúvidas. A primeira dúvida foi “*se ao realizar o tratamento de exceções durante o envio de requisições ou recebimento de retorno, ele será chamado infinitamente ou se haverá um limite ou condição de parada*”. Para eliminar essa dúvida, a escrita dos cenários foi aprimorada em relação às demais condições de falhas para o tratamento de exceções. Por exemplo, no caso de uma falha durante o envio de requisição do constituinte A para o B, é necessário realizar o tratamento de exceção. No entanto, se esse tratamento de exceção falhar, outra condição de falha disponível com o tratamento de exceção apropriado poderá ser escolhida. A segunda dúvida foi “*qual tipo de gateway inclusivo ou exclusivo seria apropriado para representar as condições de falhas identificadas?*”. Ao analisar essa dúvida, verificou-se que o desvio exclusivo é o mais adequado para representar as condições de falhas para o tratamento de exceções, pois define um caminho único a ser percorrido. No entanto, caso esse caminho não seja adequado ou ocorra alguma falha, será necessário escolher outra condição para possivelmente continuar o fluxo do processo. A terceira dúvida foi quanto ao uso do evento intermediário “conector” nas modelagens. Ao analisar essa dúvida e a partir dos *feedbacks* obtidos ficou evidente que esse elemento é mais adequado para ser utilizado em processos maiores, quando não há espaço disponível dentro da piscina que representa um processo. Todas as sugestões foram aceitas e tanto o questionário quanto a modelagem foram aprimorados.

4.2. Execução

A distribuição oficial do questionário de análise dos cenários ocorreu em 24/02/2023 por meio de um convite via e-mail e *LinkedIn* para os 35 especialistas identificados para participar da pesquisa. O questionário³ ficou aberto até 09/03/2023. Após o encerramento do prazo, sete (20%) dos 35 especialistas convidados responderam o questionário.

4.3. Perfil dos Especialistas

Com base nas respostas das perguntas relacionadas ao perfil dos participantes, há pelo menos um especialista dos estados do Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Rio Grande

³Disponível em <https://encurtador.com.br/wzHSY>.

do Sul, São Paulo, Santa Catarina, além de dois especialistas no estado do Rio de Janeiro. Quatro dos sete especialistas possuem graduação. Dois especialistas estão cursando atualmente pós-graduação, sendo um em nível *lato sensu* e o outro em nível *stricto sensu*. Apenas um especialista possui pós-graduação completa em nível *stricto sensu*. A maioria dos participantes possui formação em Ciência da Computação e Tecnologia da Informação, cada uma com duas respostas. As demais formações estão distribuídas em Administração, Jogos Digitais e Sistemas de Informação com uma resposta cada. Observou-se que a maioria dos especialistas ocupa cargos de analistas e consultores nas áreas de processos, requisitos e negócios, todos relacionados à Tecnologia da Informação. Quatro especialistas consideram seu conhecimento na notação BPMN como sendo muito bom, enquanto outros três o classificam como excelente. Já em relação ao tempo de uso da notação BPMN, seja em ambiente acadêmico ou profissional, constatou-se que o tempo de três especialistas varia de um ano e meio a quatro anos de experiência. Por outro lado, os demais especialistas têm uma vasta experiência, variando de 10 a 16 anos de uso da notação. Todos os sete especialistas afirmaram ter utilizado a notação para modelar a comunicação entre processos de negócios. Além disso, cinco especialistas relataram ter utilizado a notação para modelar o tratamento de exceções em processos de negócios, enquanto dois especialistas não conseguiram lembrar se já o fizeram.

4.4. Resultados Obtidos e Discussões

Em geral, a maioria dos especialistas concordou com as modelagens que representam o tratamento de exceções no contexto de envio de requisição e de recebimento de retorno de requisições em PoP. No que se refere ao tratamento de exceções no envio de requisições, quatro dos sete especialistas concordaram com os elementos da BPMN utilizados para representar esse subprocesso e um especialista concordou completamente. Apenas um especialista não expressou sua opinião e um especialista não estava decidido para responder. Quanto ao tratamento de exceções no recebimento de retorno das requisições, três dos sete especialistas concordaram e um especialista concordou totalmente com os elementos da BPMN utilizados para representar o subprocesso correspondente. Por outro lado, dois especialistas discordaram e apenas um especialista não estava decidido para responder. As recomendações e sugestões para a melhoria dos cenários, bem como dos elementos utilizados para representar ambos tratamentos de exceção são discutidas a seguir.

Foram observados diferentes níveis de concordância em relação aos cenários de tratamento de exceções, abrangendo opiniões tanto favoráveis quanto desfavoráveis. Quanto às opiniões desfavoráveis, os especialistas forneceram sugestões para aprimorar os cenários propostos. A primeira sugestão foi substituir o evento de sinal (*signal*) pelo evento intermediário escalação (*escalation*) do tipo não-interromper (*not-interrupting*). Essa alteração foi aplicada tanto no tratamento de exceções de envio de requisições quanto no de recebimento de retorno de requisições, conforme ilustrado na Figura 4(b). A razão para essa primeira sugestão é porque o evento intermediário de sinal do tipo interromper (*interrupt*) utilizado antes (Figuras 1, 2, 3 e 4(a)) interromperia a execução do fluxo do processo de negócio assim que o tratamento de exceções fosse concluído; porém, resultaria no encerramento do processo dentro do subfluxo, sem retornar à execução do fluxo principal. Os especialistas explicaram que normalmente o evento intermediário do tipo sinal é utilizado para emitir alertas entre sistemas que compõem o mesmo processo, enquanto o evento intermediário do tipo escalação é utilizado para emitir alertas ou escalar processos. Por isso, o evento intermediário do tipo escalação foi recomendado pelos es-

especialistas para substituir o tipo sinal. Para validar a primeira sugestão, os modelos foram ajustados em ambos cenários de envio e de recebimento, seguindo a recomendação mencionada, e a modelagem foi testada e validada na ferramenta Camunda⁴. Foi observado que os eventos intermediários (*signal* e *escalation*) do tipo não-interromper (*not-interrupting*) tiveram o mesmo comportamento em ambos cenários, porém optou-se pela melhoria dos cenários utilizando o evento recomendado pelos especialistas (ver Figura 4(b)).

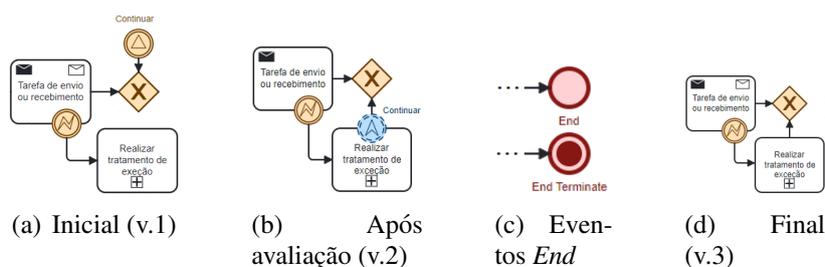


Figura 4. Melhorias nos cenários abstratos

A segunda sugestão diz respeito ao evento de fim (*end event*) do subprocesso para ser substituído pelo evento de fim *terminate* (*terminate end event*), conforme mostrados na Figura 4(c). Segundo alguns especialistas, o evento de fim *terminate* encerrará completamente o subprocesso e retornará à execução do fluxo principal do processo de negócio. Por outro lado, o evento de fim também encerra o subprocesso de tratamento de exceções, mas dependendo do evento anexado à borda, pode não retornar à execução do fluxo principal. No entanto, caso não haja evento anexado à borda do subprocesso, a execução do processo retornará ao fluxo normal. Após verificar que o evento de fim *terminate* retorna ao fluxo principal do processo, foi decidido remover os eventos intermediários do tipo escalação e sinal anexados à borda (ver Figura 4 (d)) e de dentro dos subprocessos de tratamento de exceções na versão final e utilizar o evento de fim *terminate*. Por fim, para melhorar a clareza dos cenários abstratos, os autores eliminaram as redundâncias das chamadas recursivas dos cenários de tratamento de exceções durante o envio de requisições e durante o recebimento de retorno de requisições, presentes respectivamente nas Figuras 2 e 3⁵.

5. Conclusão

Este trabalho definiu cenários abstratos em BPMN de tratamento de exceções durante o envio de mensagens e recebimento de retorno de mensagens no contexto de PoP, normalmente automatizados por SoS; além de apresentar os resultados de uma análise por especialistas sobre a adequabilidade desses cenários. Os resultados obtidos oportunizaram a constatação de elementos BPMN apropriados para representar o tratamento de exceções no contexto da comunicação entre processos constituintes de PoP e, conseqüentemente, o refinamento dos cenários abstratos propostos inicialmente. Como principais limitações observa-se a quantidade reduzida de especialistas que realizaram a análise dos cenários abstratos e a restrição do convite a apenas especialistas brasileiros para participarem da pesquisa. Como trabalhos futuros, pretende-se: (i) difundir os cenários abstratos propostos para serem utilizados na academia e na indústria, com o intuito de incorporar novas

⁴<https://modeler.cloud.camunda.io/>

⁵A versão final dos cenários abstratos está disponível em <https://encurtador.com.br/xCMWY>.

condições de falhas e respectivos tratamentos de exceções para garantir a completude dos cenários a fim de serem reutilizados para modelar PoP de maneira mais apropriada para aumentar a estabilidade e a confiabilidade dos mesmos; (ii) avaliar os cenários de tratamento de exceções definidos por meio de simulações de PoP.

Referências

- Andree, K., Ihde, S., Weske, M., and Pufahl, L. (2022). An exception handling framework for case management. *Software and Systems Modeling*, 21(3):939–962.
- Andrews, Z., Fitzgerald, J., Payne, R., and Romanovsky, A. (2013). Fault modelling for systems of systems. In *ISADS*. IEEE.
- Basili, V. R. (1992). Software modeling and measurement: the goal/question/metric paradigm. Technical report, University of Maryland.
- Cagnin, M. I. and Nakagawa, E. Y. (2021). Towards dynamic processes-of-business processes: a new understanding. *Business Process Management Journal*, 27:1545–1568.
- Kasunic, M. (2005). Designing an effective survey. Technical report, Carnegie-Mellon Univ Pittsburgh PA Software Engineering Inst.
- Kumar, V., Sharma, P., Kumar, V., and Sharma, P. (2019). Introduction to merger, acquisition, and corporate restructuring. *An Insight into Mergers and Acquisitions: A Growth Perspective*.
- Kurz, M., Fleischmann, A., Lederer, M., and Huber, S. (2013). Planning for the unexpected: Exception handling and BPM. In *S-BPM ONE-Running Processes*.
- Lerner, B. S., Christov, S., Osterweil, L. J., Bendraou, R., Kannengiesser, U., and Wise, A. (2010). Exception handling patterns for process modeling. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 36.
- Li, L., Jiang, F., Pei, Y., and Jiang, N. (2017). Entrepreneurial orientation and strategic alliance success: The contingency role of relational factors. *Journal of Business Research*, 72.
- Loja, L., Paiva, S., and Oliveira, J. (2020). Towards bpm@runtime. In *II MSSiS*. SBC.
- Maier, M. (1998). Architecting Principles for Systems-of-Systems. *Systems Engineering*, 1(4):267–284.
- Object Management Group (2013). Business Process Model and Notation (BPMN). <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/>. Access in: 28/02/2021.
- Przybyłek, A. (2014). A business-oriented approach to requirements elicitation. In *ENASE*, pages 1–12, Lisbon, Portugal.
- Pufahl, L., Zerbato, F., Weber, B., and Weber, I. (2022). BPMN in healthcare: Challenges and best practices. *Information Systems*, 107:102013.
- Santos, J., Neto, V. G., and Nakagawa, E. (2020). Business process modeling in systems of systems. In *II MSSiS*. SBC.
- Weske, M. (2019). *Business Process Management—Concepts, Languages, Architectures*. Springer, Berlin, Heidelberg, 3rd edition edition.