



UMA PROPOSTA PARA REPRESENTAÇÃO DE ADAPTAÇÃO DE
PROCESSOS DE NEGÓCIOS MODELADOS EM BPMN CONSIDERANDO AS
PERSPECTIVAS ORGANIZACIONAL E INFORMACIONAL

André Reis de Brito

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas e Computação, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Sistemas e Computação.

Orientador: Toacy Cavalcante de Oliveira

Rio de Janeiro
Junho de 2019

UMA PROPOSTA PARA REPRESENTAÇÃO DE ADAPTAÇÃO DE
PROCESSOS DE NEGÓCIOS MODELADOS EM BPMN CONSIDERANDO AS
PERSPECTIVAS ORGANIZACIONAL E INFORMACIONAL

André Reis de Brito

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO
ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE
ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE
JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE
SISTEMAS E COMPUTAÇÃO.

Examinada por:

Prof. Toacy Cavalcante de Oliveira, D.Sc.

Prof. Jano Moreira de Souza, Ph.D.

Prof. Eber Assis Schmitz, Ph.D.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
JUNHO DE 2019

Brito, André Reis de

Uma proposta para representação de adaptação de processos de negócios modelados em BPMN considerando as perspectivas organizacional e informacional/André Reis de Brito. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2019.

XVI, 175 p.: il.; 29,7cm.

Orientador: Toacy Cavalcante de Oliveira

Dissertação (mestrado) – UFRJ/COPPE/Programa de Engenharia de Sistemas e Computação, 2019.

Referências Bibliográficas: p. 114 – 124.

1. Adaptação de Processos. 2. Diferenças entre processos. 3. BPMN. I. Oliveira, Toacy Cavalcante de. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia de Sistemas e Computação. III. Título.

Para meus pais.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer primeiramente aos meus pais, Júlio e Rosane, aos quais eu dedico esta dissertação em reconhecimento aos seus esforços para dar as melhores oportunidades possíveis para os seus filhos, permitindo que eu chegasse até aqui. Também gostaria de agradecer à minha irmã, Carolina, e a minha namorada, Caroline, aos quais sou muito grato pelo apoio e motivações que me forneceram nas mais diferentes etapas deste projeto.

Também agradeço imensamente ao meu orientador, Toacy, ao qual sou muito grato pela paciência, apoio, cobranças e confiança no meu trabalho. O mesmo se estende à minha co-orientadora, Raquel Pillat, que não só desenvolveu um excelente trabalho do qual eu tenho orgulho de ter me baseado, mas também se dedicou profundamente a esta pesquisa, contribuindo de forma inestimável para a conclusão deste trabalho. Agradeço também a todo o grupo de pesquisa PRISMA, por toda as discussões acadêmicas que colaboraram para a melhoria de muitos pontos desta pesquisa.

Agradeço também aos meus colegas nos projetos desenvolvidos para o CAPGov e para a Prontlife, que colaboraram bastante através de sua participação em diversas etapas da pesquisa e que cobriram minha ausência em diversas oportunidades para me dedicar a este trabalho.

Deixo também registrado o meu agradecimento ao PESC, à COPPE e à UFRJ pela oportunidade de cursar uma pós-graduação de excelência, em uma das melhores universidades do país. Também agradeço ao CNPq pela bolsa oferecida para o desenvolvimento desta dissertação, e ao CAPES pelo investimento feito para o avanço da pesquisa no país e que indiretamente colaborou para a realização deste trabalho.

Registro meu reconhecimento às ferramentas que me foram disponibilizadas gratuitamente para o desenvolvimento desta pesquisa, como Overleaf, GitHub, Google Suite, Visual Paradigm e Heroku. Também agradeço aos projetos bpmn.js e node-delta, pela contribuição na composição da ferramenta elaborada para esta dissertação.

Agradeço também aos Professores Jano e Eber por disporem de seu tempo e aceitarem avaliar meu trabalho, participando de minha banca de avaliação.

Enfim, a todos que ajudaram a construir este trabalho, muito obrigado!

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

UMA PROPOSTA PARA REPRESENTAÇÃO DE ADAPTAÇÃO DE
PROCESSOS DE NEGÓCIOS MODELADOS EM BPMN CONSIDERANDO AS
PERSPECTIVAS ORGANIZACIONAL E INFORMACIONAL

André Reis de Brito

Junho/2019

Orientador: Toacy Cavalcante de Oliveira

Programa: Engenharia de Sistemas e Computação

Processos de negócio são adaptados para possibilitar sua aplicação em um novo cenário, gerando fluxos de trabalhos específicos a partir de um processo-base. Esses fluxos são geralmente modelados utilizando a notação BPMN, mesmo que esta não apresente técnicas para descrever ou validar estas adaptações. Essa falta de estruturação nas adaptações no BPMN gera uma dificuldade de rastrear as alterações realizadas. Para tentar minimizar esta situação, algumas extensões foram propostas, mas nenhuma delas considera as perspectivas organizacional ou informacional de processos de negócio. Desta forma, este trabalho tem por objetivo possibilitar a representação de adaptações em processos modelados em BPMN, quando consideradas as perspectivas organizacional ou informacional, buscando inclusive desenvolver uma técnica para estruturar adaptações que foram realizadas sem o auxílio desta representação. Para alcançar este objetivo, esta dissertação apresenta o BPMNt++, uma extensão ao BPMN que cataloga operações e regras para adaptações em processos nas perspectivas analisadas. Também é apresentada uma técnica de identificação de adaptações, permitindo que processos adaptados sem a utilização do BPMNt++ possam ser estruturados seguindo sua definição. Por fim, as propostas apresentadas são avaliadas através da reprodução de estudos de caso e um questionário respondido por voluntários.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

A PROPOSAL FOR REPRESENTATION OF BUSINESS PROCESS
ADAPTATION MODELED ON BPMN CONSIDERING THE
ORGANIZATIONAL AND INFORMATION PERSPECTIVES

André Reis de Brito

June/2019

Advisor: Toacy Cavalcante de Oliveira

Department: Systems Engineering and Computer Science

Business processes are adapted to enable their application in a new scenario, generating specific workflows from a base process. These flows are usually modeled using BPMN notation, even though BPMN does not present techniques to describe or validate these adaptations. This lack of adaptation structuring in the BPMN creates a difficulty to track the changes made in the process. To try to minimize this situation, some extensions have been proposed, but none of them considers the organizational or informational perspectives of business processes. In this way, this work aims to enable the representation of adaptations in processes modeled in BPMN, when considering the organizational or informational perspectives, also seeking to develop a technique to structure adaptations that were performed without the support of this representation. To achieve this objective, this dissertation presents BPMNt++, an extension to BPMN that catalogs operations and rules for adaptations in processes in the analyzed perspectives. We also present a technique for identifying adaptations, allowing processes adapted without the use of BPMNt++ to be structured following their definition. Finally, the proposals presented are evaluated through the reproduction of case studies and a survey answered by volunteers.

Sumário

Lista de Figuras	xi
Lista de Tabelas	xvi
1 Introdução	1
1.1 Contextualização e motivação	1
1.2 Definição do problema	3
1.3 Questões de pesquisa	4
1.4 Objetivos	5
1.5 Metodologia de pesquisa	6
1.5.1 Etapa 1 - Identificação do problema e motivação	7
1.5.2 Etapa 2 - Definir os objetivos para solução	7
1.5.3 Etapa 3 - Planejamento e desenvolvimento	8
1.5.4 Etapa 4 - Demonstração	11
1.5.5 Etapa 5 - Avaliação	11
1.5.6 Etapa 6 - Comunicação	12
1.6 Organização da dissertação	13
2 Fundamentação teórica	14
2.1 Business Process Model and Notation (BPMN)	14
2.2 Perspectivas de processos de negócios	16
2.3 Perspectivas de processos de negócios em BPMN	18
2.4 Extensões ao BPMN	19
2.5 Extensão BPMNt	22
3 Trabalhos relacionados	25
3.1 Introdução	25
3.2 Metodologia de identificação de trabalhos relacionados	26
3.3 Trabalhos relacionados à adaptação de processos de negócio	27
3.4 Trabalhos relacionados à identificação de modificações em versões de processos	35
3.5 Análise consolidada dos trabalhos relacionados	40

3.6	Conclusão	45
4	Desenvolvimento da extensão BPMNt++	47
4.1	Introdução	47
4.2	Metodologia para definição da extensão	48
4.3	Definição dos elementos e operações na extensão BPMNt++	49
4.4	Representação conceitual da extensão BPMNt++	53
4.5	Catálogo de operações do BPMNt++	58
4.6	Exemplo de aplicação	61
4.7	Ameaças à validade	63
4.8	Conclusão	64
5	Identificação de mudanças no processo utilizando a extensão BPMNt++	66
5.1	Introdução	66
5.2	Identificação de modificações em processos utilizando o BPMNt++	66
5.3	Representação gráfica do BPMNt++	71
5.4	Demonstração prática da técnica de identificação de adaptações	73
5.5	Ferramenta de identificação automatizada de modificações em processos	78
5.6	Conclusão	82
6	Avaliação dos resultados	84
6.1	Introdução	84
6.2	Plano de avaliação	85
6.2.1	Objetivo	85
6.2.2	Definição do estudo	85
6.3	Avaliação da extensão BPMNt++	87
6.3.1	Descrição dos contextos	87
6.3.2	Contexto 1 - Processo de check-in	88
6.3.3	Contexto 2 - Processo comprador-vendedor	89
6.3.4	Contexto 3 - Processo de compra online	94
6.3.5	Resultados	96
6.4	Avaliação do mapeamento de adaptações em processos de negócios	97
6.4.1	Execução do estudo piloto	97
6.4.2	Seleção dos participantes	98
6.4.3	Execução da avaliação	98
6.4.4	Resultados	100
6.5	Ameaças à validade	105
6.6	Conclusão	107

7	Conclusão	109
7.1	Epílogo	109
7.2	Contribuições desta dissertação	110
7.3	Limitações deste trabalho	111
7.4	Trabalhos futuros	112
	Referências Bibliográficas	114
A	Catálogo de operações da extensão BPMNt++	125
A.1	Delete Data	125
A.2	Insert Data	126
A.3	Split Data	127
A.4	Merge Data	129
A.5	Replace Data	130
A.6	Rename Data	133
A.7	Insert Pool	134
A.8	Split Pool	135
A.9	Merge Pool	138
A.10	Rename Pool	140
A.11	Delete Lane	141
A.12	Insert Lane	142
A.13	Split Lane	143
A.14	Merge Lane	144
A.15	Rename Lane	145
B	Termo de consentimento	147
C	Caracterização dos participantes	149
D	Questionário de avaliação	152
E	Treinamento	155
F	Tarefas da avaliação	159
G	Avaliação	163
H	XML Schema para a extensão BPMNt++	165
I	XML Schema para a extensão gráfica do BPMNt++	171

Lista de Figuras

2.1	Meta-modelo representando a organização dos elementos-base do BPMN. Adaptado de OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG) [21].	15
2.2	Meta-modelo do processo adotado pelo BPDM. Adaptado de AYORA <i>et al.</i> [15]	17
2.3	Diagrama de classe de extensão do BPMN. Adaptado de OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG) [21].	21
2.4	Meta-classes do BPMNt e seu relacionamento com as meta-classes do BPMN. Adaptado de PILLAT [25].	23
2.5	Meta-classes do BPMNt representando as operações de adaptação de alto-nível. Adaptado de PILLAT [25].	24
3.1	Junção assíncrona de participantes com separação de fluxo. Adaptado de KUNCHALA <i>et al.</i> [16]	29
3.2	Demonstração da transformação realizada segundo a extensão de LOHMANN e NYOLT [41]. Adaptado de LOHMANN e NYOLT [41].	30
3.3	Demonstração da proposta de centralização de artefatos apresentada por HAHN <i>et al.</i> [26]. Adaptado de HAHN <i>et al.</i> [26].	33
3.4	Exemplo de visualização de diferenças apresentada por PINI <i>et al.</i> [47]. Adaptado de PINI <i>et al.</i> [47]	37
3.5	Protótipo de comparação de processos apresentado em KRIGLSTEIN <i>et al.</i> [12]. Adaptado de KRIGLSTEIN <i>et al.</i> [12].	38
3.6	Protótipo de ferramenta de comparação apresenta por GALL <i>et al.</i> [48]. Adaptado de GALL <i>et al.</i> [48].	39
3.7	Exemplo de visualização de diferenças através de gráfico de radar apresentado por KOPPEL <i>et al.</i> [49]. Adaptado de KOPPEL <i>et al.</i> [49]	40

4.1	Exemplo <i>ad-hoc</i> de adaptação de processos utilizada para estudo das restrições e características dos elementos do BPMN 2.0, representando a exclusão de um artefato. Figura criada pelo autor.	52
4.2	Meta-classes da extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	57
4.3	Representação da operação Delete Pool definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	60
4.4	Processo de simulação de envelhecimento térmico obtido da área de ciência de materiais. Adaptado de HAHN <i>et al.</i> [26]	61
4.5	Representação de fragmento do processo de simulação de envelhecimento térmico obtido da área de ciência de materiais, demonstrando o resultado após a aplicação da operação “Merge Data” do BPMNt++. Figura criada pelo autor.	63
4.6	Fragmento da adaptação aplicada ao processo de simulação de envelhecimento térmico obtido da área de ciência de materiais em HAHN <i>et al.</i> [26]. Adaptado de HAHN <i>et al.</i> [26].	63
5.1	Processo de decisão da operação de adaptação ocorrida no processo. Figura criada pelo autor.	69
5.2	Processo elaborado para mapeamento de modificações utilizando a extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	70
5.3	Exemplo de visualizações testadas por GALL <i>et al.</i> [11]. Adaptado de GALL <i>et al.</i> [11].	71
5.4	Exemplo de representação gráfica das operações de adaptação da extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	73
5.5	Processo de <i>check-in</i> de passageiros realizado através de auto-atendimento online. Adaptado de AYORA <i>et al.</i> [15].	74
5.6	Processo de <i>check-in</i> de passageiros realizado através de máquina de auto-atendimento. Adaptado de AYORA <i>et al.</i> [15].	74
5.7	Representação gráfica das operações do BPMNt++ identificadas na demonstração do mapeamento de modificações. Figura criada pelo autor.	77
5.8	Tela inicial da ferramenta de apoio ao mapeamento de adaptações seguindo a extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	79
5.9	Tela da ferramenta de apoio exibindo as diferenças entre versões do processo seguindo a notação gráfica para a extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	80
5.10	Destaque da operação renameData para o artefato “Artefato 1” na ferramenta de apoio. Figura criada pelo autor.	81

5.11	Destaque da operação renamePool para o participante “Participante A” na ferramenta da apoio. Figura criada pelo autor.	81
6.1	Processo de <i>check-in</i> de passageiros, realizado online, para voos internacionais. Adaptado de AYORA <i>et al.</i> [15].	88
6.2	Novo exemplo de adaptação do processo de check-in utilizando as operações da extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	89
6.3	Processo comprador-vendedor apresentado por KUNCHALA <i>et al.</i> [16]. Adaptado de KUNCHALA <i>et al.</i> [16].	90
6.4	Fragmento dos resultados do estudo de caso apresentado por KUNCHALA <i>et al.</i> [16]. Adaptado de KUNCHALA <i>et al.</i> [16].	91
6.5	fragmento de processo após a aplicação da operação MergeData ao processo comprador-vendedor. Figura criada pelo autor.	92
6.6	Aplicação da operação MergePool ao processo comprador-vendedor. Figura criada pelo autor.	93
6.7	Processo de compra online apresentada por AYORA <i>et al.</i> [6]. Adaptado de AYORA <i>et al.</i> [6].	94
6.8	Resultado da adaptação ao processo para inclusão do participante da instituição bancária. Figura criada pelo autor.	95
6.9	Resultado da adaptação ao processo para remoção do participante de entrega dso produtos. Figura criada pelo autor.	96
6.10	Nível de familiaridade dos participantes do experimento com a área de adaptação de processos, na escala de 1(nenhuma) a 5(muita). Figura criada pelo autor.	102
6.11	Nível de satisfação dos participantes do experimento, avaliado entre 1(totalmente insatisfeito) e 5(totalmente satisfeito), com relação a representação gráfica definida para a extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	103
6.12	Nível de satisfação dos participantes do experimento, avaliado entre 1(totalmente insatisfeito) e 5(totalmente satisfeito), com relação a ferramenta para identificação de adaptações em processos. Figura criada pelo autor.	103
6.13	Tempo estimado pelos participantes do experimento para a identificação de todos as adaptações ocorridas no processo, de acordo com o cenário apresentado. Figura criada pelo autor.	104
A.1	Representação da operação Delete Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	126
A.2	Representação da operação Insert Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	127

A.3	Representação da operação Split Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	129
A.4	Representação da operação Merge Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	130
A.5	Representação da operação Replace Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	133
A.6	Representação da operação Rename Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	134
A.7	Representação da operação Insert Pool definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	135
A.8	Representação da operação Split Pool definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	137
A.9	Representação da operação Merge Pool definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	139
A.10	Representação da operação Rename Pool definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	140
A.11	Representação da operação Delete Lane definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	141
A.12	Representação da operação Insert Lane definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	143
A.13	Representação da operação Split Lane definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	144
A.14	Representação da operação Merge Lane definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	145
A.15	Representação da operação Rename Lane definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	146
C.1	Exemplo de processo modelado em BPMN. Adaptado de Sganderla [55].	150
D.1	Opção A - Através de símbolos indicando as alterações. Adaptado de Gall <i>et al.</i> [15].	152
D.2	Opção B - Através de cores indicando as alterações. Adaptado de Gall <i>et al.</i> [15].	152
D.3	Exemplo de adaptação de processo seguindo a notação para a extensão BPMNt. Figura criada pelo autor.	153
E.1	Legenda de operações segundo a notação para a extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.	155

E.2	Lista de elementos do BPMN utilizados nos exemplos de uso da ferramenta. Figura criada pelo autor.	156
E.3	Tabela de operações da ferramenta. Figura criada pelo autor.	157
E.4	Representação gráfica por cores da ferramenta. Figura criada pelo autor.	158

Lista de Tabelas

2.1	Categorias e elementos especificados pelo BPMN	15
2.2	Correlação entre elementos BPMN 2.0 elementos e perspectivas de processos de negócio	19
2.3	Lista das operações de alto nível da extensão BPMNt	22
3.1	Perspectivas de processos consideradas nos trabalhos relacionados . .	41
3.2	Operações apresentadas ou motivadas pelos trabalhos relacionados . .	42
3.3	Análise consolidada dos trabalhos relacionados a identificação de modificações em versões de processos.	44
4.1	Atributos e parâmetros definidos para as operações do BPMNt++ . .	58
5.1	Legenda de cores aplicada às operações do BPMNt++.	72
5.2	Lista de operações de adaptação utilizadas nas variações do processo de <i>check-in</i>	76
6.1	Composição dos participantes por formação acadêmica	101

Capítulo 1

Introdução

Este capítulo tem por objetivo introduzir o estudo apresentado nesta dissertação, apresentando sua motivação, definições e planejamento para a pesquisa. Desta forma, este capítulo foi dividido em 6 seções, apresentadas a seguir: Contextualização e motivação; Definição do problema; Questões de pesquisa; Objetivos; Metodologia de pesquisa; e Organização da dissertação.

1.1 Contextualização e motivação

Processos de negócio vêm apresentando uma grande quantidade de modificações nas modelagens de processos diante da crescente necessidade de melhoria da cadeia de produção de um produto ou da execução de um serviço, buscando o melhor desempenho de acordo com o contexto de execução do processo [1–3]. Essas adaptações são resultado da diversidade de cenários existentes em um ambiente de negócios, tais como mudança de área de atuação, legislação local, aumento de consumo, etc [4–6]. Essas modificações no processo podem ser realizadas a partir de um processo base, já validado, executado e consolidado em um domínio de conhecimento. Este processo base recebe modificações em seus elementos, dando origem a um processo alternativo, que será melhor empregado para uma situação específica [7]. Uma grande quantidade de versões de um mesmo processo podem ser geradas a partir da modificação de seu fluxo de sequência (*workflow*), resultando na perda de rastreabilidade de sua evolução [8, 9]. Identificar as alterações realizadas em um processo é uma tarefa complexa [8, 10, 11], mas vem sendo aplicada como solução para este cenário através de diversas abordagens [8–12].

Adaptações de processos podem ser realizadas de diferentes formas estruturadas, através de técnicas bem definidas de modificações de seus elementos; bem como de forma não-estruturada (*ad-hoc*), seguindo etapas baseadas no conhecimento do modelador da adaptação [5]. Independente da forma como é realizada a variação do processo, podemos generalizar essas adaptações através das ações envolvidas durante

a modificação. Essas ações geralmente envolvem a adição, remoção ou modificação de elementos ou relacionamentos, resultando assim em um novo processo derivado do original [13–16]. Essas adaptações são importantes porque, além de permitirem uma melhor adequação às variações de contexto, permitem que a padronização e pontos já validados no processo original sejam mantidos mesmo após a evolução do processo.

Processos de negócio são modelados de forma a organizar suas informações, participantes e tarefas envolvidas em sua execução. Isso permite que elementos importantes para a execução do processo, tais como atores, especificação e detalhamento, sejam representados através de um modelo e seus respectivos elementos [15, 17]. Essa característica dos processos de negócio pode ser observada através de 6 perspectivas: funcional; comportamental; organizacional; informacional; temporal; e operacional [15, 17, 18]. Essas perspectivas são capazes de descrever um conjunto de elementos fundamentais para a definição de um processo de negócio. Elas podem ser observadas nas mais diferentes notações de modelagem de processos, como na popular notação Business Process Model and Notation (BPMN) [15, 19–21].

Desde que se tornou um padrão da Object Management Group (OMG), o BPMN tem sido amplamente utilizado em função da flexibilidade que a notação provém ao modelador do processo, permitindo utilizar a mesma representação para a modelagem e implementação do processo [19], sendo aplicável para diferentes áreas de conhecimento [20]. Apesar de sua ampla utilização e algumas atualizações, o BPMN não consegue atender a todas as especificidades inerentes aos processos de negócio. Em função disso, a versão 2.0 do BPMN introduziu a possibilidade do desenvolvimento de extensões, permitindo sua expansão sem a necessidade do lançamento de uma atualização especificação do padrão [21].

A especificação do BPMN [21] não define uma padronização para a modificação ou adaptação dos processos modelados seguindo a sua notação [22, 23]. Para tal foi desenvolvida a extensão BPMNt [22–25], que foi introduzida em PILLAT *et al.* [22] com o objetivo de incorporar conceitos de adaptação em processos de negócio modelados na notação BPMN, mantendo a aderência com a especificação padrão. Para isso, o desenvolvimento da extensão BPMNt reuniu um conjunto de características de outros modelos ou notações de processos, como o SPEM, para identificar requisitos e padrões existentes na adaptação de processos [22]. Em sua publicação mais recente, PILLAT [25] apresenta um conjunto de operações e regras que podem ser aplicadas a elementos do BPMN, servindo como um guia para auxiliar na adaptação de processos modelados nesta notação.

Apesar de seu enorme potencial, as operações do BPMNt apresentam características referentes a apenas 4 perspectivas de processos: funcional, comportamental, temporal e operacional. Desta forma, as perspectivas organizacional e informa-

cional, apresentadas em AYORA *et al.* [15], CURTIS *et al.* [17] e ZEISING *et al.* [18], não são consideradas pelo BPMNt, restringindo sua aplicação prática.

As perspectivas organizacional e informacional são definidas como, respectivamente, representação de por quem e onde os elementos do processo serão executados, as entidades informacionais consumidas ou produzidas durante a execução do processo. Através destas características, é possível agrupar 8 elementos do BPMN pertencentes a elas: *Pools*, *Lanes*, *Data Objects*, *Data Inputs*, *Data Outputs*, *Data Stores*, *Message Flow*, *Data Association* e *Association*. Esses elementos são amplamente utilizados para a modelagem de processos de negócio, e também são frequentemente adaptados, como é possível observar em trabalhos como KHELLADI *et al.* [14], AYORA *et al.* [15], KUNCHALA *et al.* [16] e HAHN *et al.* [26]. Desta forma, a adaptação nas perspectivas organizacional e informacional de processos de negócio é necessária, evidenciando assim uma limitação da abordagem BPMNt.

1.2 Definição do problema

Diante da motivação apresentada na Seção 1.1, identificou-se dois problemas principais para os quais essa dissertação apresenta soluções.

Problema 1 - Impossibilidade de adaptar processos de negócio especificados com BPMN considerando as perspectivas organizacional ou informacional

Apesar de sua ampla utilização, o BPMN não apresenta uma especificação que determina como deve ser realizada uma adaptação de processos com esta linguagem [22, 23]. Essa carência foi parcialmente coberta pelo desenvolvimento da extensão BPMNt, que especifica a forma como as adaptações devem ser realizadas quando o processo for modelado em BPMN. Entretanto, as definições da extensão BPMNt não podem ser aplicadas a qualquer processo de negócio, havendo uma lacuna em relação a representação de adaptação de processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional. Desta maneira, esta dissertação identificou a ausência de operações de adaptação aplicáveis a elementos do BPMN que representam as perspectivas organizacional ou informacional de processos de negócio como um problema cuja solução deve ser apresentada para possibilitar a adaptação de processos de negócio que atualmente não podem ser adaptados.

Problema 2 - Dificuldade para identificar, a posteriori, adaptações não-estruturadas sobre as perspectivas organizacional e informacional de processos de negócio

A constante adaptação de processos de negócio para a melhor adequação a um novo cenário acarreta em uma grande quantidade de modificações na modelagem, resultando em diversas versões baseadas em mesmo processo-base [1–3]. Entretanto, quando modelados em BPMN, estas adaptações são realizadas de maneira não-estruturada (*ad-hoc*), uma vez que esta notação não apresenta suporte a este tipo de modificação no processo [23]. Identificar essas modificações em processos não-estruturados é uma tarefa complexa [8, 10, 11], mas importante para descobrir possíveis aprimoramentos, simplificações e alterações nos processos [8, 10, 12]. Desta forma, este trabalho identificou as soluções apresentadas na literatura para a identificação de adaptações em processos de negócios. Quando consideradas as perspectivas organizacional e informacional, as soluções encontradas se mostraram ineficazes para a representação das operações envolvidas na adaptação, havendo uma carência para esta atividade.

1.3 Questões de pesquisa

Tendo em vista a contextualização e motivação deste trabalho, apresentados na Seção 1.1, e a definição do problema, apresentada na Seção 1.2, foram elaboradas duas questões de pesquisa que tentam sintetizar o problema e guiar as etapas deste trabalho. São elas:

Questão de Pesquisa 1: Como permitir que processos de negócio com elementos referentes às perspectivas organizacional e informacional sejam adaptados, independente do contexto, quando modelados utilizando a notação BPMN?

Questão de Pesquisa 2: Como identificar adaptações em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional e informacional, e modelados utilizando a notação BPMN?

Estas questões de pesquisa visam representar o problema da ausência de especificação de adaptação de elementos que correspondam às perspectivas organizacional ou informacional, bem como apresentar uma solução para identificar modificações em processos de negócio, quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional; problemas estes apresentados na Seção 1.2. Essas questões de pesquisa tentam estimular respostas, guiando os resultados deste trabalho e avaliando seus resultados.

1.4 Objetivos

A partir das questões de pesquisa apresentadas na seção 1.3, podemos definir que esta dissertação tem como objetivo geral a elaboração de uma proposta de representação de adaptação de processos de negócio modelados em BPMN que possuam elementos das perspectivas organizacional e informacional; bem como deve envolver o desenvolvimento de uma técnica que permita a identificação de modificações realizadas em processos de negócio, quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional. Essa técnica deverá identificar e estruturar as adaptações realizadas, fazendo uso da representação definida também por este trabalho. Desta forma é esperado que o trabalho de identificação das modificações seja realizado de uma maneira facilitada para o usuário ou engenheiro de processos, principalmente quando comparado com as técnicas utilizadas até o momento para tal atividade.

Desta forma, podemos enunciar o objetivo geral desta dissertação da seguinte forma:

Objetivo Geral - Possibilitar a representação de adaptações em processos de negócio modelados em BPMN, quando consideradas as perspectivas organizacional ou informacional, permitindo inclusive a identificação e estruturação das operações aplicadas a processos de negócio cuja modificação fora realizada sem o auxílio de nenhuma técnica de adaptação de processos.

Este objetivo específico pode ser separado em três objetivos específicos:

Objetivo Específico 1 - Elaborar uma extensão ao BPMN que represente adaptações em processos de negócio que possuam elementos compatíveis com as perspectivas organizacional ou informacional

Sabendo da carência de representação para adaptações em elementos das perspectivas organizacional e informacional, este objetivo direciona o trabalho a determinar a especificação de uma extensão ao BPMN que consiga representar e orientar as modificações realizadas em elementos do processo compatíveis com as perspectivas definidas. Como resultado é esperado que seja definida a extensão, sua aplicação em processos modelados em BPMN, além da sua integração e compatibilidade com a extensão BPMNt.

Objetivo Específico 2 - Descrever catálogo de operações aplicáveis a adaptações em processos de negócio modelados em BPMN, quando consideradas as perspectivas organizacional e informacional

O desenvolvimento de um catálogo de operações proporciona ao adaptador de processos o auxílio de uma documentação que irá guiá-lo para durante a modificação no processo. Este guia proporciona parâmetros e restrições aplicáveis as operações de adaptação, garantindo que o adaptador do processo siga as especificações apresentadas pela notação BPMN.

Objetivo Específico 3 - Definir técnica para identificação de operações de adaptação entre versões de um mesmo processo quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional

De forma a resolver o Problema 2, apresentado na Seção 1.2, este objetivo específico visa o desenvolvimento de uma sequência de atividades que resultarão na identificação das modificações realizadas e das operações de adaptação aplicadas durante a derivação não controlada de um processo adaptado a partir de um processo base. Desta forma é esperado que a técnica seja de fácil aplicação para usuários de diversos níveis, bem como identifique de maneira assertiva e mais rápida as alterações que ocorreram no processo.

1.5 Metodologia de pesquisa

Visando alcançar os objetivos definidos na Seção 1.4, encontrar as respostas para as questões de pesquisa definidas na Seção 1.3, e encontrar a solução para os problemas apresentados na Seção 1.2, esta dissertação irá guiar seu desenvolvimento através das 6 atividades de pesquisa propostas em PEFERS *et al.* [27]. As etapas descritas em [27] são:

1. *Identificação do problema e motivação*: Tem por objetivo a definição do problema específico da pesquisa e justificar a necessidade da solução apresentada;
2. *Definir os objetivos para solução*: Descrever os objetivo da pesquisa a partir da definição do problema;
3. *Planejamento e desenvolvimento*: Definir, documentar e apresentar a solução para o problema, apresentando a contribuição da pesquisa;
4. *Demonstração*: Demonstrar o uso da solução proposta para solucionar uma ou mais instâncias do problema;

5. *Avaliação*: Observar e medir como de fato a solução proposta resolve o problema apresentado;
6. *Comunicação*: Divulgar o problema e sua importância, além da solução desenvolvida pela pesquisa.

A seguir serão descritas as tarefas executadas em cada uma das etapas da metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho.

1.5.1 Etapa 1 - Identificação do problema e motivação

E1.1 - Realizar revisão de literatura *ad hoc* sobre processos de negócio

Tendo este trabalho o foco em processos de negócio, justificou-se a inicialização do mesmo por uma revisão de literatura que buscasse identificar o estágio atual das pesquisas e terminologias que envolvam essa área. Desta forma foi realizada uma busca na base acadêmica Scopus ¹ que possibilitou a identificação do problema, trabalhos correlatos, exemplos de processos, motivações para o trabalho e soluções para os problemas. Foi utilizada para a busca na base Scopus a combinação de termos como “Business Process Adaptation”, BPMN, “Business Process Variability”, “BPMN Extension”, “Process differences”, “Process visualization”, dentre outros termos. Resultados desta etapa da metodologia podem ser observados ao longo de toda a dissertação, sobretudo nos Capítulos 2 e 3.

1.5.2 Etapa 2 - Definir os objetivos para solução

E2.1 - Definir problema, questão de pesquisa e objetivos da pesquisa

Tendo sido identificados os problemas e a motivação no que se refere a representação e identificação de adaptações em processos de negócio, essa etapa definiu formalmente o problema relacionado a carência de referências de adaptação e mapeamento de operações de adaptações em processos de negócio sob as perspectivas organizacional e informacional. Tendo definido o problema, elaborou-se duas questões de pesquisa que guiaram o desenvolvimento do trabalho e mensuraram seus resultados. A partir dessas questões também foram traçados os dois objetivos dessa dissertação, que também serviram para avaliar os resultados obtidos. Os resultados desta etapa da metodologia podem ser observados nas Seções 1.3 e 1.4.

¹<http://www.scopus.com>

1.5.3 Etapa 3 - Planejamento e desenvolvimento

Para o planejamento e desenvolvimento da solução, também foi utilizada como base a metodologia de desenvolvimento de extensões para o BPMN, apresentada por BRAUN e SCHLIETER [28]. Desta forma, em conjunto com as definições de PEFFERS *et al.* [27], foram definidas as 12 etapas que envolvem o planejamento e o desenvolvimento da extensão. Os resultados desta fase da metodologia podem ser observados nos capítulos 4 e 5.

E3.1 - Analisar requisitos do domínio

Esta etapa teve por objetivo a identificação dos requisitos de adaptações de processos de negócio sob a perspectiva organizacional ou informacional. Estes requisitos foram de fundamental importância para o desenvolvimento das demais etapas deste trabalho, sobretudo quanto a definição das operações aplicáveis, e na escolha da linguagem de modelagem de processo adequada, sendo apresentado na Seção 4.3.

E3.2 - Definir operações aplicáveis às perspectivas organizacional e informacional

Nesta etapa foi realizada a pesquisa em trabalhos relacionados, apresentados no Capítulo 3, por evidências da forma como são aplicadas as adaptações nas perspectivas organizacional ou informacional, identificando assim operações aplicáveis a estas perspectivas. Esses trabalhos apresentam exemplos ou motivações para operações de adaptação, sendo utilizados como base para justificar a importância do conjunto de operações escolhidos para este trabalho. O resultado desta etapa é apresentado na Seção 4.3.

E3.3 - Selecionar linguagem de modelagem

BRAUN e SCHLIETER [28] defendem que selecionar a linguagem de modelagem de processos é de fundamental importância para que a extensão consiga atender a todos os requisitos para o domínio escolhido. Desta forma esta etapa visou justificar a escolha do BPMN como linguagem de modelagem adequada à representação da adaptação de processos que possuam as perspectivas organizacional ou informacional. O resultado desta etapa é apresentado na Seção 4.3.

E3.4 - Identificar elementos do BPMN que pertençam a perspectiva organizacional ou informacional e definir sua importância na adaptação de processos

O BPMN é uma notação de modelagem de processos de negócio e portanto pode possuir elementos que representam as perspectivas organizacional e informacional. Neste caso foi necessário identificar estes elementos e definir a importância de sua utilização para a adaptação de processos de negócio. Para isso, além da análise da especificação do BPMN, foi realizada uma consulta aos trabalhos relacionados para sustentar essas escolhas. Os resultados desta etapa são apresentados nas Seções 2.3 e 4.3.

E3.5 - Identificar restrições da notação BPMN aplicáveis aos elementos selecionados, de acordo com as operações definidas para cada elemento

Com os elementos definidos na etapa E3.4, e as operações definidas na etapa E3.2, foi necessário identificar as restrições da notação BPMN aplicáveis aos elementos selecionados na etapa E3.4. Essa identificação foi necessária em virtude das adaptações realizadas nos elementos resultarem em alterações no processo, algumas delas em desconformidade com o definido na especificação do BPMN [21]. Desta forma, as restrições identificadas foram catalogadas e estruturadas para cada relacionamento entre elemento e operação, sendo utilizados posteriormente para a elaboração das pré-condições e pós-condições do catálogo da extensão. O resultado desta etapa é apresentado na Seção 4.3.

E3.6 - Definir parâmetros para as operações de adaptação propostas e elaborar meta-modelo da extensão ao BPMN para elementos da perspectiva organizacional e informacional

Com elementos, operações e restrições definidos, desenvolveu-se os parâmetros exigidos para cada uma das possíveis adaptações, para cada um dos elementos. Esses parâmetros foram utilizados para a definição do meta-modelo da extensão proposta, para o catálogo de operações de adaptação, e para a descrição da sintaxe abstrata da extensão BPMNt++. O resultado desta etapa é apresentado na Seção 4.4.

E3.7 - Modelagem do domínio e definição da sintaxe abstrata da extensão

Para a realização desta etapa da metodologia, optou-se pela elaboração de uma extensão ao meta-modelo definido pelo BPMN. Para isso foram definidas as classes e seus respectivos parâmetros. Uma vez com o meta-modelo criado, foi definido abstratamente a sintaxe da extensão BPMNt++, sendo elaborado um documento *XML*

Schema para representar a extensão. Essa etapa se baseia na proposta defendida por STROPPI *et al.* [29], permitindo uma representação da extensão similar ao já utilizado pelo BPMN e pela extensão BPMNt [25]. Os resultados desta etapa são apresentados na Seção 4.4.

E3.8 - Elaborar o catálogo de operações da extensão ao BPMN para elementos da perspectiva organizacional e informacional

Com o meta-modelo e sintaxe abstrata da extensão definidos, foi elaborado o catálogo de operações, baseado nas classes do meta-modelo da extensão. O catálogo, inspirado no modelo apresentado por PILLAT [25] para a extensão BPMNt, apresenta informações da operação como objetivo, motivação, descrição, parâmetros, pré-condições, pós-condições e exemplos. Esse catálogo visa apresentar ao usuário um guia prático para a adaptação do processo. O resultado desta etapa é apresentado na Seção 4.5.

E3.9 - Desenvolver técnica para a identificação de alterações em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional

Para o desenvolvimento da técnica de identificação, realizou-se a leitura de trabalhos relacionados para identificar seus resultados relevantes para a identificação de adaptações em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional. Após esta identificação, foi definido o processo de identificação de adaptações, resultando na descrição das etapas que compõem a técnica.

E3.10 - Desenvolver notação gráfica para a extensão ao BPMN para adaptações em processos sob as perspectivas organizacional e informacional

Durante a realização desta pesquisa, os trabalhos identificados que obtiveram os melhores resultados na identificação de alterações em processos fizeram uso de visualização para demonstrar seus resultados. Desta forma, foi incluído neste trabalho uma etapa da metodologia que corresponde ao desenvolvimento de notação gráfica para a extensão de adaptação em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional.

1.5.4 Etapa 4 - Demonstração

E4.1 - Desenvolver ferramenta de suporte à técnica para a identificação de alterações em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional

Durante o desenvolvimento da técnica, foi observado que uma ferramenta de suporte fazia-se necessária em função da complexidade de identificação de alterações em processos muito extensos ou que sofreram muitas alterações. Desta forma, foram definidos os requisitos desta ferramenta, que implementa a técnica para a identificação de alterações em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional e faz uso da notação gráfica da extensão de adaptação em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional.

1.5.5 Etapa 5 - Avaliação

E5.1 - Utilização da extensão para a execução de adaptação em processos de negócio reais

A partir de processos de negócio encontrados em artigos ou em outros tipos de publicações, executou-se adaptações *ad hoc* para demonstrar o funcionamento da extensão após sua elaboração. Isso também serviu como uma etapa de refinamento, já que houveram pontos que foram observados apenas após a execução desta etapa.

E5.2 - Utilização da técnica para a identificação de alterações em processos de negócio reais

Com a técnica para a identificação de alterações em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional desenvolvida, foi realizado um experimento onde foi selecionado um processo de negócios real e suas adaptações foram identificadas seguindo as etapas definidas pela técnica de identificação.

E5.3 - Replicar adaptações de processos utilizando a extensão para elementos da perspectiva Organizacional e Informacional

Seguindo a metodologia de avaliação utilizada em PILLAT [25] para a validação da extensão BPMNt, realizou-se a demonstração da aplicabilidade da extensão para elementos da perspectiva Organizacional e Informacional através da reexecução de adaptações em processos reais. Desta forma tem-se uma avaliação baseada em exemplos já construídos e validados anteriormente, garantindo que os resultados apresen-

tados pela solução proposta por esta dissertação também são válidos para os mesmos resultados obtidos por outros trabalhos.

E5.4 - Executar estudo para validação de técnica para a identificação de alterações em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional e sua ferramenta de apoio

A avaliação da técnica para a identificação de alterações em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional foi realizada através de um estudo supervisionado inicial, executado com 10 participantes voluntários dos mais variados graus de formação acadêmica e conhecimentos sobre processos de negócio. Os resultados desta etapa supervisionada foram complementadas com a execução de uma avaliação não-supervisionada, onde os outros 11 participantes voluntários responderam aos mesmos questionamentos apresentados para os participantes do estudo anterior, visando confirmar os resultados apresentados.

1.5.6 Etapa 6 - Comunicação

E6.1 - Disponibilizar a extensão desenvolvida em formato livre e permitir ampla utilização

Como trata-se de um trabalho acadêmico, grande parte de seu resultado deve ser divulgado de maneira ampla para permitir seu uso. Desta forma os resultados obtidos para a extensão foram amplamente divulgados em um ambiente de acesso livre e irrestrito ao usuário; em formato acessível a todos os interessados. A extensão está disponível através do repositório GitHub e poder ser acessada através da URL <https://github.com/brixtal/bpmntpp-visualizer-modeler/blob/master/bpmntpp.xml>

E6.2 - Disponibilizar ferramenta de identificação de alterações de processos em URL pública e em repositórios de código aberto

Assim como a documentação da extensão deve ser disponibilizada de maneira livre e irrestrita para seu uso, a ferramenta de modelagem de processos também foi disponibilizada em servidor de amplo e irrestrito acesso, além de ter seu código disponibilizado em repositório livre e sob licença GPL-3.0, possibilitando que possa ser reutilizado por aqueles que assim o desejarem. Isso irá colaborar para a divulgação e continuidade do projeto após a conclusão deste trabalho. A ferramenta está disponível para uso através da URL <https://bpmnt-plus-plus.herokuapp.com>.

E6.3 - Publicação dos resultados em publicações referência

Além desta dissertação, este trabalho resultou na elaboração de um artigo que aborda os mesmos tópicos apresentados neste texto. Este artigo será submetido para sua publicação em uma conferência logo após a finalização desta dissertação.

1.6 Organização da dissertação

Esta dissertação foi dividida em 7 capítulos e 9 apêndices. Além da introdução, que explora o problema, motivações, objetivos e metodologia de pesquisa, os próximos capítulos são apresentados da seguinte maneira:

- **Capítulo 2 - Fundamentação teórica:** Apresenta conceitos utilizados durante o desenvolvimento desta dissertação, como adaptação de processos de negócio; a notação de modelagem BPMN; a extensão BPMNt; e perspectivas de processos de negócio.
- **Capítulo 3 - Trabalhos relacionados:** Apresenta os trabalhos relacionados encontrados ao longo desta pesquisa. Estes trabalhos apresentam exemplos ou motivações que foram aproveitados para a definição da extensão BPMNt++.
- **Capítulo 4 - Desenvolvimento da extensão BPMNt++:** Este capítulo demonstra como as etapas da metodologia deste trabalho foram executadas para o desenvolvimento da extensão BPMNt++. É apresentado neste capítulo o meta-modelo, o catálogo e a formalização da extensão.
- **Capítulo 5 - Identificação de mudanças no processo utilizando a extensão BPMNt++:** Este capítulo apresenta o desenvolvimento da técnica para a identificação de alterações em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional e sua ferramenta de apoio, bem como o desenvolvimento da notação gráfica para a extensão BPMNt++.
- **Capítulo 6 - Avaliação dos resultados:** Este capítulo tem por objetivo avaliar a validade da extensão BPMNt++. Para isso são apresentadas formalmente avaliações da extensão que reforçam sua validade e funcionamento para a solução do problema proposto.
- **Capítulo 7 - Conclusão:** Após a demonstração da extensão e de sua ferramenta de apoio, este capítulo encerra o trabalho apresentando as conclusões obtidas após a execução de todas as etapas de desenvolvimento da extensão BPMNt++.

Capítulo 2

Fundamentação teórica

Este capítulo apresenta os principais conceitos teóricos considerados para o desenvolvimento deste trabalho. Através da pesquisa realizada, esses conceitos são brevemente apresentados e explicados nas seções a seguir.

2.1 Business Process Model and Notation (BPMN)

O Business Process Model and Notation, também conhecido como BPMN, é uma das mais populares notações de modelagem de processos de negócio utilizada no mercado [30]. Virando em 2004 um padrão da Object Management Group (OMG), seu objetivo é definir uma notação de fácil compreensão para todos os envolvidos com o processo, desde analistas de modelagem, até os usuários do processo [20, 21, 30–32]. Seu desenvolvimento foi baseado na revisão de outras notações e metodologias [20], levando a elaboração de uma representação gráfica que permite uma fácil análise e modificação do processo, possibilitando a modelagem de fluxos de execução dos mais variados níveis de complexidade [20, 30, 31]. O BPMN também remove a lacuna existente entre o planejamento e a implementação, permitindo que seja utilizada a mesma notação para modelar e executar o processo [20, 30].

Em sua versão mais atual, lançada em 2011, o BPMN 2.0 apresenta 5 categorias de elementos, descrevendo um total de 15 elementos, apresentado na tabela 2.1. Esses elementos seguem uma modelagem definida pela notação, através de um meta-modelo, que tem o seu núcleo apresentado na figura 2.1

Tabela 2.1: Categorias e elementos especificados pelo BPMN

Categoria	Elemento	Categoria	Elemento
Flow Objects	Events	Swimlanes	Pools
	Activities		Lanes
	Gateways	Artifacts	Group
Data Objects	Text Annotation		
Data	Data Inputs	Connecting Objects	Sequence Flows
	Data Outputs		Message Flows
	Data Stores		Associations
			Data Associations

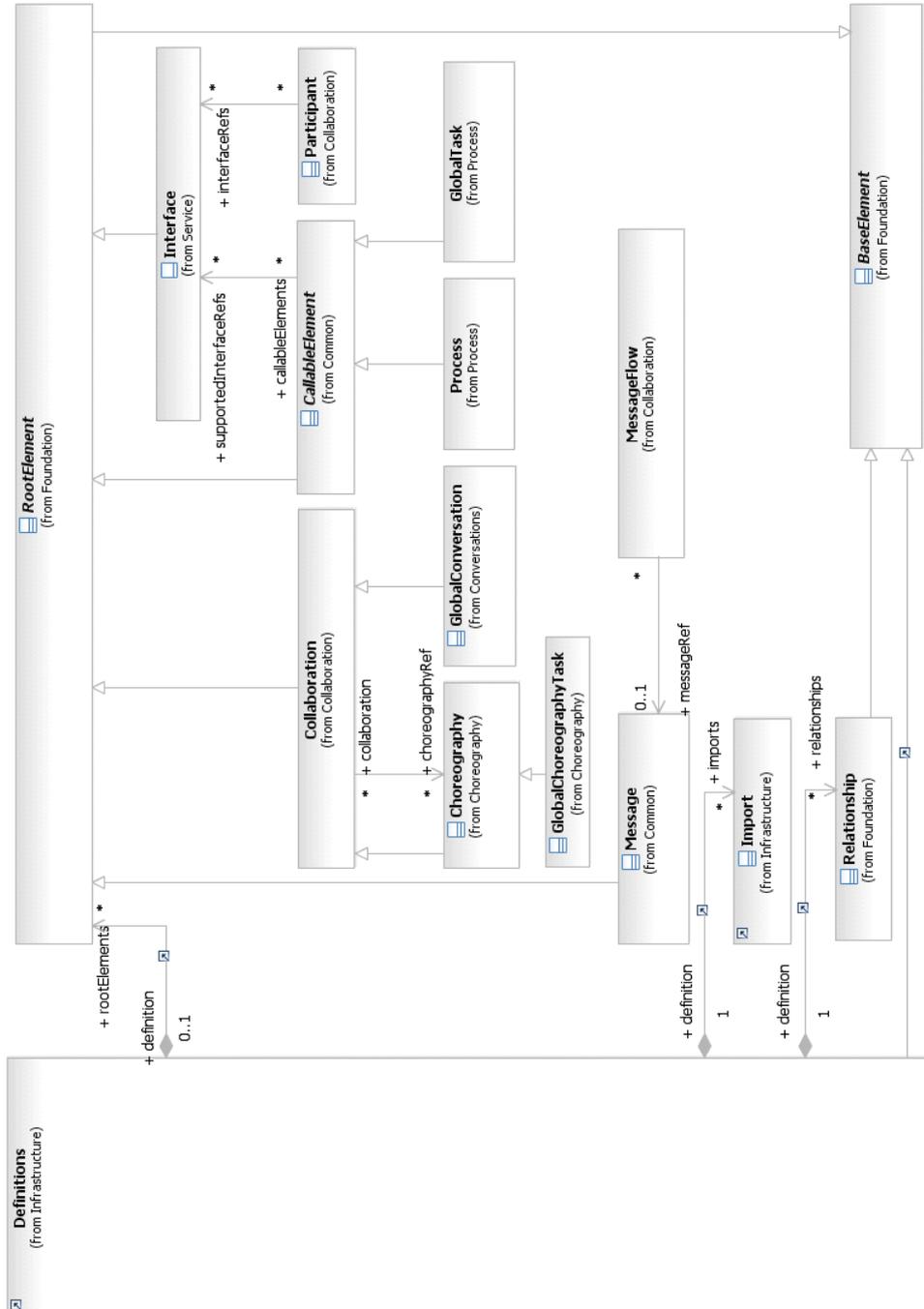


Figura 2.1: Meta-modelo representando a organização dos elementos-base do BPMN. Adaptado de OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG) [21].

O BPMN 2.0 também introduz o conceito de colaboração, orquestração e de coreografia, permitindo uma melhor classificação e representação do processo [20, 21, 31]. Essa nova maneira de modelar o processo permitiu a integração entre diferentes parceiros de negócios, passando a ser modelados como um só processo [31]. Outra grande mudança no BPMN 2.0 foi a possibilidade de desenvolvimento de extensões que se adéquem a situações muito específicas, eliminando a necessidade de esperar por atualizações da especificação da notação para eliminar lacunas [20, 21]. A Seção 2.4 apresentará um pouco mais sobre essa possibilidade criada no BPMN.

2.2 Perspectivas de processos de negócios

A modelagem de processos de negócio tem por objetivo organizar as informações, contexto e tarefas envolvidos em sua execução do processo [15]. Isso permite que parâmetros importantes envolvidos na execução do processo, tais como atores, motivação, contextualização, especificação e detalhamento, sejam representados através de um modelo definido em uma Linguagem de Modelagem de Processos (LMP) [15, 17]. Apesar de existirem diferentes LMP, que se propõem a representar o processo de diferentes formas, essas linguagens de modo geral modelam os processos sob 6 diferentes perspectivas: funcional, comportamental, organizacional, informacional, temporal e operacional [15, 17, 18].

As perspectivas de processos de negócio representam pontos importantes do processo de negócios, como quem executa, o que é executado, como é executado, e quando é executado. De forma geral, uma LMP é criada a partir do meta-modelo definido pelo BPDM [15, 33], como demonstrado na Figura 2.2. Desta forma, as perspectivas de processos de negócio podem ser definidas da seguinte forma:

- **Perspectiva Funcional:** representa o que será executado, decompondo o processo em unidades de trabalho, tais como uma atividade que foi executada para alcançar algum objetivo particular do negócio [15, 17, 18]. Essa unidade de trabalho pode ser atômica, ou seja, associada a uma única ação no processo; bem como pode ser complexa, quando se refere a um subprocesso ou um modelo de subprocesso [15].
- **Perspectiva Comportamental:** Permite a flexibilização da execução do processo através do tratamento da dinamicidade de seu comportamento durante a execução, alterando o fluxo de execução das atividades de acordo com a condição apresentada [15, 17, 18]. É responsável por definir a ordem das atividades e as restrições da execução do processo [15].
- **Perspectiva Organizacional:** Representa por quem e onde os elementos do processo serão executados [17]. Desta forma ele é responsável por indicar os

atores, papéis ou cenários envolvidos nas execuções das atividades do processo [15, 17, 18].

- **Perspectiva Informacional:** Representa as entidades informacionais consumidas ou produzidas durante a execução do processo [15, 17, 18]. Inclui dados ou fluxo de dados, artefatos, produtos (intermediário e finais), além de objetos do processo [15, 17].
- **Perspectiva Temporal:** Compreende as restrições de tempo e agendamento da execução de atividades do processo. Isso envolve, por exemplo, a definição de quando uma atividade é iniciada ou completada, o recebimento de uma mensagem, o encerramento de um prazo, ou lançamento de uma exceção [15].
- **Perspectiva Operacional:** Descreve como uma atividade atômica é implementada, representando o que exatamente será feita quando o processo alcançar determinado ponto da execução [15, 18]. Diferentes implementações podem existir para uma mesma atividade atômica, necessitando-se a seleção de qual dessas implementações deverá ser selecionada [15].

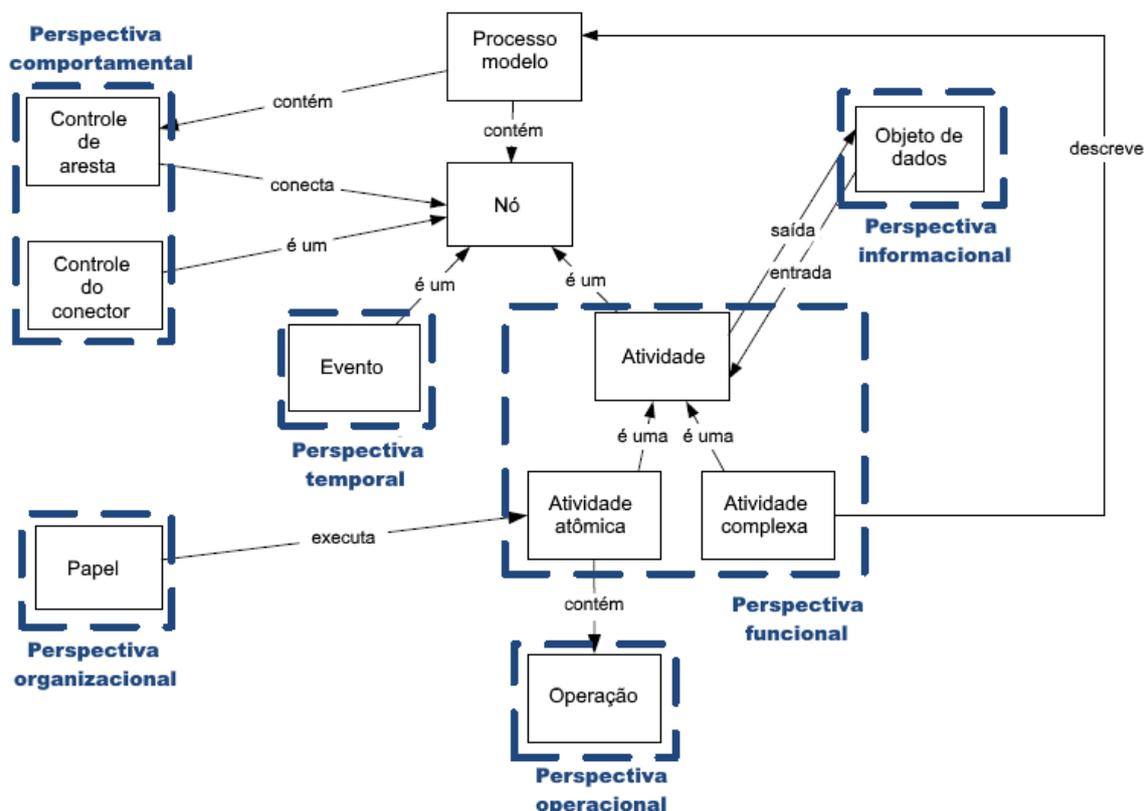


Figura 2.2: Meta-modelo do processo adotado pelo BPDM. Adaptado de AYORA *et al.* [15]

2.3 Perspectivas de processos de negócios em BPMN

Sendo também uma linguagem de modelagem de processos, o BPMN apresenta as perspectivas de processos de negócio em seus elementos, segundo o apresentado na seção 2.2. Desta forma, é possível agrupar os elementos do BPMN que correspondem a cada uma das perspectivas apresentadas.

Apresentado resumidamente na Tabela 2.2, as perspectivas de processos de negócio se correlacionam aos elementos da notação BPMN da seguinte maneira [15, 33]:

- Para a **perspectiva funcional**, o elemento do BPMN que se adéqua com a descrição dada a perspectiva é o elemento *Activity*, já que apenas ele possui a capacidade de descrever um trabalho a ser executado, podendo ser atômico (tarefa), ou complexo (sub-processo).
- Para a **perspectiva comportamental**, os elementos do BPMN que se adéquam com a descrição dada a perspectiva são os elementos *Gateway* e *Sequence Flow*. O elemento *Gateway* está de acordo com esta perspectiva por possuir a característica de alterar o fluxo de execução do processo de acordo com uma condição apresentada. Já *Sequence Flow* corresponde também a esta perspectiva por ser responsável pela definição da ordem de execução das atividades.
- Para a **perspectiva organizacional**, os elementos do BPMN que se adéquam com a descrição dada a perspectiva são os elementos *Pool* e *Lane*. Estes elementos são responsáveis por definir os participantes, papéis, e/ou contextos de execução do processo, sendo compatíveis com a definição para a perspectiva.
- Para a **perspectiva informacional**, os elementos do BPMN que se adéquam com a descrição dada a perspectiva são os elementos *Data Object*, *Data Input*, *Data Output*, *Data Store*, *Message Flow*, *Data Association* e *Association*. Esses elementos do BPMN representam as entidades informacionais produzidas e/ou consumidas durante a execução do processo, bem como por seus conectores.
- Para a **perspectiva temporal**, o elemento do BPMN que se adéqua com a descrição dada a perspectiva é o elementos *Event*, já que ele é o único a possuir a capacidade de definir quando uma atividade é iniciada ou completada, o recebimento de uma mensagem, o encerramento de um prazo, ou lançamento de uma exceção.

- Para a **perspectiva operacional**, o BPMN não possui um elemento definido, mas pode ser representado por uma entidade específica do elemento *Activity*, como por exemplo uma atividade do tipo *Service Task*, que pode ser um web-service ou uma comunicação automatizada com uma aplicação externa.

Tabela 2.2: Correlação entre elementos BPMN 2.0 elementos e perspectivas de processos de negócio

Perspectiva	Elemento BPMN 2.0
Funcional	<i>Activities</i>
Comportamental	<i>Gateways</i>
	<i>Sequence Flows</i>
Organizacional	<i>Pools</i>
	<i>Lanes</i>
Informacional	<i>Data Objects</i>
	<i>Data Inputs</i>
	<i>Data Outputs</i>
	<i>Data Stores</i>
	<i>Message Flows</i>
	<i>Data Associations</i> <i>Associations</i>
Temporal	<i>Events</i>
Operacional	<i>Tipos especiais de Activity</i>

2.4 Extensões ao BPMN

Em sua versão 2.0, o BPMN introduz um mecanismo de extensão de sua notação que permite estender elementos do BPMN com atributos adicionais [20, 21]. A extensão é definida através da inclusão de um parâmetro ou uma classe associados a uma das meta-classe que representam elementos básicos do BPMN [21, 28, 29]. Esse suporte a extensões é fornecido através de quatro meta-classes do BPMN: *ExtensionDefinition* agrupa novos atributos para serem adicionados ao elemento-base do BPMN através de um novo parâmetro *name*; *ExtensionAttributeDefinition* configura o atributo que poderá ser adicionado ao BPMN, definindo seu nome e tipo; *ExtensionAttributeValue* armazena o valor associado para um atributo da extensão; e *Extension* liga ou importa um elemento do tipo *ExtensionDefinition* para um definição do modelo BPMN [25, 29]. Estas meta-classes são apresentadas na Figura 2.3.

A especificação do BPMN não define uma metodologia para o desenvolvimento da extensão, deixando a cargo do autor o seu desenvolvimento. STROPPI *et al.*

[29] apresenta um método, baseado na *Model-Driven Architecture* (MDA)¹, para o desenvolvimento de extensões em BPMN. Sua metodologia envolve 4 etapas: definição conceitual do modelo conceitual do domínio da extensão utilizando UML; definição do modelo do BPMN e da extensão, descrevendo a extensão nos termos do mecanismo de extensão do BPMN; construção do modelo da extensão em um modelo de definição da extensão em *XML Schema*; e transformação do modelo de definição da extensão em *XML Schema* em um Documento *XML Schema* [29].

Outra metodologia para o desenvolvimento de extensões em BPMN foi desenvolvida por BRAUN e SCHLIETER [28]. Esta metodologia, desenvolvida parcialmente baseada na metodologia apresentada em STROPPI *et al.* [29], apresenta 5 etapas: análise dos requisitos do domínio, seleção da linguagem de modelagem; identificação de equivalência de elementos; modelagem do domínio e definição da sintaxe abstrata da extensão; e definição da sintaxe concreta da extensão BPMN.

A diferença fundamental entre as propostas apresentadas por STROPPI *et al.* [29] e BRAUN e SCHLIETER [28] é que o primeiro é baseado em regras de transformação do modelo, e faz uso de diversas classes do UML para definir o modelo; enquanto o segundo é focado nos aspectos do domínio que receberá a extensão [28]. Desta forma, a proposta de BRAUN e SCHLIETER [28] é aplicável a diversos domínios, enquanto o de STROPPI *et al.* [29] possui limitações na representação do modelo.

¹Arquitetura Dirigida pelo Modelo, em português.

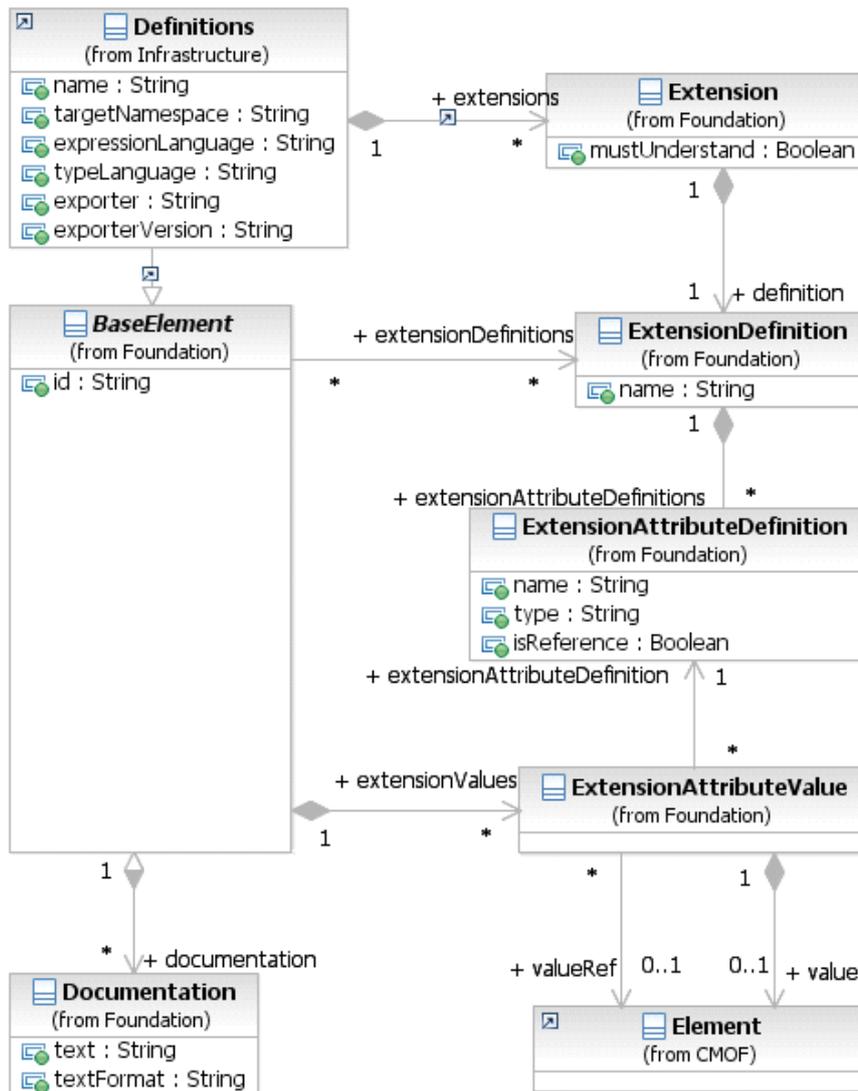


Figura 2.3: Diagrama de classe de extensão do BPMN. Adaptado de OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG) [21].

A importância do desenvolvimento de extensões no BPMN pode ser observada pela quantidade de extensões apresentadas em revisões sistemáticas, como em BRAUN e ESSWEIN [34]. Outro fator é a quantidade de trabalhos recentes que ainda apresentam como soluções para seus problemas o desenvolvimento de extensão em BPMN, como é o caso de RAMOS-MERINO *et al.* [35], voltado para o domínio de protocolos hospitalares e publicado em 2018; AMDAH e ANWAR [36], voltado para alterar a forma de modelagem de coreografias em BPMN, também de 2018; e GRAJA *et al.* [37], focado no domínio da iteração homem-máquina e publicado em 2019. Essa continuidade no desenvolvimento de extensões reforça a relevância do BPMN para a modelagem de processos de negócio e o potencial de evolução da notação através do desenvolvimento de novas extensões.

2.5 Extensão BPMNt

O BPMNt (BPMN + *tailoring*) é uma extensão ao BPMN desenvolvida para permitir a representação dos conceitos de adaptação em processos de negócio modelados em BPMN [22, 25]. Sua especificação é baseada principalmente nos conceitos de *tailoring* de processos encontrados no SPEM [22, 25], além de também se basear nos padrões de adaptação proposto por WEBER *et al.* [38], e nos padrões de refinamento proposto por BRANCO *et al.* [39].

A proposta da extensão BPMNt é permitir a conservação das características originais do BPMN na modelagem do processo, mesmo após a realização das adaptações. Desta forma a extensão permite que o processo adaptado permaneça em conformidade com o padrão definido pela notação [22, 25]. Para alcançar esse objetivo, a extensão definiu 16 operações de alto-nível, todas baseadas no metamodelo do BPMN [25]. O relacionamento da extensão BPMNt com o BPMN pode ser observada através do meta-modelo apresentado na Figura 2.4, enquanto o meta-modelo das operações de alto nível da extensão BPMNt, com as meta-classes representando suas operações, pode ser observado na Figura 2.5.

Operações de alto-nível são definidas como sendo uma representação abstrata de um conjunto de operações básicas, tais como modificar ou suprimir, visando diminuir a complexidade de sua representação [25]. Essas operações são aplicáveis a elementos que são compatíveis com as características apresentadas em 4 perspectivas de processos de negócio²: funcional, temporal, comportamental e operacional.

As operações, listadas na Tabela 2.3, são apresentadas no BPMNt no formato de um catálogo de operações, onde são apresentadas informações como objetivo, pré e pós-condição, parâmetros, representação e exemplo. Seguir esse catálogo garante a correta aplicação das adaptações seguindo as normas BPMNt e a padronização definida no BPMN.

Tabela 2.3: Lista das operações de alto nível da extensão BPMNt

Parallel Insert	Move	Delete	Specialize
Conditional Insert	Encapsulate	Paralellize	Split
Event-based Insert	Merge	Extend	Add Exception Handler
Serial Insert	Rename	Replace	Add Exception Flow

²As perspectivas de processos de negócio são melhor apresentadas na seção 2.2.

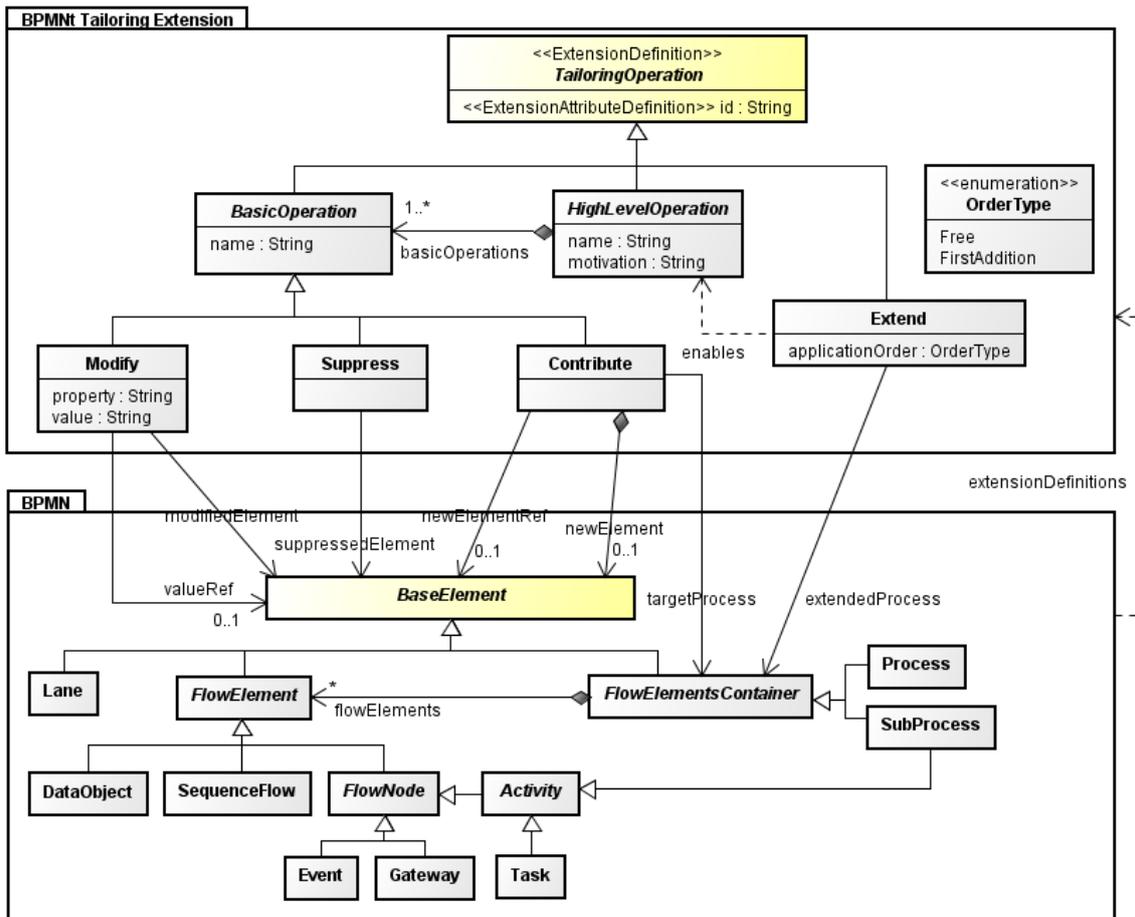


Figura 2.4: Meta-classes do BPMNt e seu relacionamento com as meta-classes do BPMN. Adaptado de PILLAT [25].

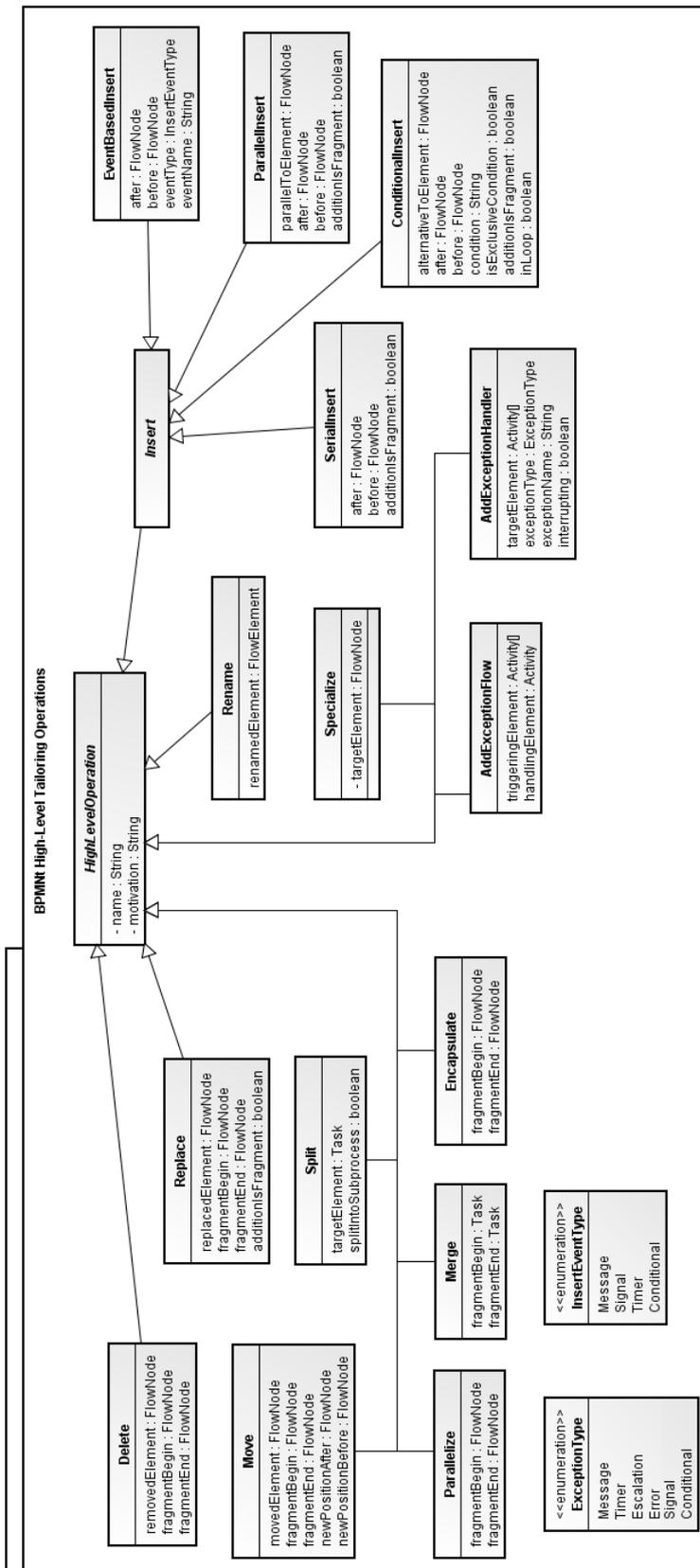


Figura 2.5: Meta-classes do BPMNt representando as operações de adaptação de alto-nível. Adaptado de PILLAT [25].

Capítulo 3

Trabalhos relacionados

3.1 Introdução

O trabalho apresentado nesta dissertação tem como objetivo o desenvolvimento de uma representação adaptações de processos de negócio e sua identificação para processos já adaptados; quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional e modelados utilizando a notação BPMN, complementando assim uma carência identificada na extensão BPMNt. Para alcançar este objetivo foram identificados trabalhos relacionados cujo problema e soluções apresentados pudessem ser utilizados para a construção da solução final de proposta desta dissertação.

Assim sendo, este capítulo apresenta os principais trabalhos relacionados ao desenvolvimento da extensão do BPMN para a adaptação de processos de negócio nas perspectiva organizacional ou da perspectiva informacional, bem como para a identificação de adaptações já realizadas sem o suporte de nenhuma técnica, ou seja, de forma não-estruturada. A Seção 3.2 apresenta a forma como foram selecionados os artigos relacionados a esta dissertação. Na Seção 3.3 serão apresentados trabalhos cuja proposta envolve a adaptação ou o gerenciamento de adaptações de processos de negócio que correspondam as perspectivas apresentadas na Seção 2.2. Na Seção 3.4 são apresentados os trabalhos relacionados que apresentam como solução a identificação de diferença entre processos. Na Seção 3.5 é apresentada a análise consolidada dos trabalhos relacionados, sendo listados os elementos envolvidos e as operações apresentadas pelo resultado da pesquisa. Na Seção 3.6 será discutida uma breve conclusão sobre os trabalhos encontrados e a análise realizada neste capítulo.

3.2 Metodologia de identificação de trabalhos relacionados

A identificação de trabalhos relacionados possibilita obter um cenário mais completo do atual estado teórico-conceitual dos principais problemas investigados nesta pesquisa. Desta forma, os principais artigos relacionados foram selecionados para análise de forma a procurar abordagens favoráveis as questões investigadas nesta dissertação, questões estas apresentadas na Seção 1.2. A maioria dos artigos encontrados nesta pesquisa foram identificados através de uma busca *ad-hoc*, realizada na base acadêmica Scopus.

Utilizando como base para a elaboração dos termos de pesquisa as palavras-chave apresentadas em PILLAT *et al.* [22] e PILLAT [25], foi elaborado o termo “*business process AND (adaptation OR tailoring) AND BPMN*” para ser utilizado na busca por trabalhos relacionados que contribuam para a resolução do Problema 1, apresentado na Seção 1.2. Conforme foram analisados os resultados oferecidos para a busca, foram identificados outros termos relevantes para a pesquisa, com “*variability*”, “*changing*” e “*extension*”, que foram acrescentados a busca. Outra mudança foi a remoção do termo “*tailoring*”, uma vez que este termo é restrito para a área de processos de software. Desta forma, a *string* de busca utilizada para encontrar os artigos relacionados ficou definida como “*business process AND (adaption OR adaptation OR variability OR variant OR changing OR modification OR flexibility OR customization) AND (BPMN OR extension)*”.

Após a definição da *string* de busca, foi necessário elaborar um processo para definir os trabalhos que serão selecionados para análise, definindo os critérios de inclusão e exclusão. Para o critério de inclusão, deu-se preferência por trabalhos que em seu título e palavras-chave apresentassem termos relacionados a abordagens ou ferramentas para adaptação de processos de negócio, sendo posteriormente analisado seu resumo para confirmar a aderência com o tema desta dissertação. Também foi estabelecido um critério de restrição temporal dos artigos analisados, limitando a busca por trabalhos mais recentes, compreendendo o período entre 2008 e 2019. Desta forma, foram selecionados 40 artigos dos 605 artigos apresentados pela base Scopus.

Todos os artigos que cumpriram o critério de inclusão tiveram seu conteúdo analisado com o objetivo de identificar se as soluções e resultados apresentados estão relacionados com a área de adaptação de processo. Neste processo, por não fazerem parte do escopo deste trabalho, não foram considerados artigos que trabalham com gabaritos (*templates*) de processos de negócio; não apresentam uma ferramenta, extensão ou técnica de gerenciamento de adaptação em processos de negócio; não apresentem exemplos de aplicação; apresentem resultados preliminares ou apresen-

tados em outro artigo mais recente e mais completo; ou artigos que são focados em sub-áreas de processos de negócio, como por exemplo processos de software. Também foram desconsiderados artigos que não puderam ter seu conteúdo analisado por erro de indexação ou indisponibilidade de visualização do artigo completo.

Além dos trabalhos identificados através da pesquisa na base Scopus, foi identificado que a revisão sistemática apresentada por PILLAT *et al.* [40] apresenta resultados que são pertinentes aos tópicos desenvolvidos neste trabalho. Desta forma, os artigos apresentados nesta publicação também foram analisados para contribuir para a solução final desta dissertação.

Já para o Problema 2, definido na Seção 1.2, foi realizada mais uma etapa *ad-hoc* de pesquisa por publicações relacionadas, desta vez utilizando as bases acadêmicas Scopus e Google Acadêmico. Através de uma busca preliminar *ad-hoc*, foi possível determinar o conjunto de termos de pesquisa como “*process AND (differences OR change) AND (management OR identification OR visualization)*”, sendo utilizado em ambas as bases como *string* de busca. Foram utilizados critérios semelhantes de data de publicação, número de citações e correspondência com o resumo de forma semelhante a etapa apresentada anteriormente. Foram incluídos para análise (critério de inclusão) os artigos que apresentassem, no seu título, palavras-chave ou resumo, indicativos de que apresentam soluções na área de identificação ou visualização de diferenças em processos, sendo excluídos os que se opuseram a esta condição (critério de exclusão).

O conteúdo dos artigos selecionados foram analisados para identificar sua contribuição para a resolução do problema desta dissertação. Foram descartados artigos cuja solução não era pertinente para este trabalho, ou cuja solução apresentada era semelhante ou a continuação de outro trabalho também selecionado. Essa situação ocorreu com mais frequência em artigos que trabalham com algoritmos de grafos para identificar a diferença entre os processos. Todos os artigos selecionados como relacionados a esta dissertação são apresentados nas Seções 3.3 e 3.4.

3.3 Trabalhos relacionados à adaptação de processos de negócio

A seguir serão apresentados os 10 trabalhos relacionados identificados durante a pesquisa para a elaboração desta dissertação. Cada publicação é apresentada individualmente através de uma resenha crítica, demonstrando o problema e a solução definida por suas pesquisas. Também é apresentada as carências destes trabalhos com relação aos problemas abordados por esta dissertação, identificando os motivos que impedem o uso destas soluções para o contexto analisado nesta pesquisa.

A análise consolidada de todos os trabalhos relacionados identificados neste dissertação é realizada na Seção 3.5.

KUNCHALA *et al.* [16]

O trabalho desenvolvido por KUNCHALA *et al.* [16] tem por objetivo a conversão de um processo colaborativo centrado em atividades¹, em um processo centrado em artefatos². Essa conversão, segundo os autores, é justificada pela crescente importância dada a modelagem da informação, geralmente representados através de artefatos. Entretanto, a modelagem tradicional apresentada pelo BPMN não foi desenvolvida seguindo esse paradigma de representação, sendo necessária a abordagem proposta pelos autores.

A proposta apresentada por KUNCHALA *et al.* [16] é baseada na junção de dois elementos do tipo *Pool*, junção esta que foi identificada através do tipo de interação entre os participantes. Se houver interação entre os participantes, a junção pode ser classificada como síncrona ou assíncrona. Além disso, a junção interativa síncrona ou assíncrona ainda pode envolver a separação ou não dos fluxos envolvidos. Essas variações nos tipos de interação entre participantes é utilizada para definir os 6 tipos de junção possíveis, segundo a abordagem proposta.

Através da junção dos elementos *Pool*, os artefatos passam a pertencer a um único contexto. Isso centraliza a execução nas informações modeladas, transformando-o em um processo centrado em artefatos. A Figura 3.1 apresenta um exemplo de como é realizada um dos tipos de junção de participantes definido nos resultados da pesquisa.

Desta forma, o trabalho de KUNCHALA *et al.* [16] apresenta a junção de participantes, demonstrando uma aplicação prática desta operação na perspectiva organizacional de processos de negócio. Apesar disso, este trabalho não é dedicado a adaptação de processos de negócio, deixando de considerar pontos importantes, como a apresentação de restrições que podem ser utilizadas pelo usuário para garantir a consistência do processo após a modificação.

¹Em inglês, *activity-centric collaborating process*.

²Em inglês, *artifact-centric process*.

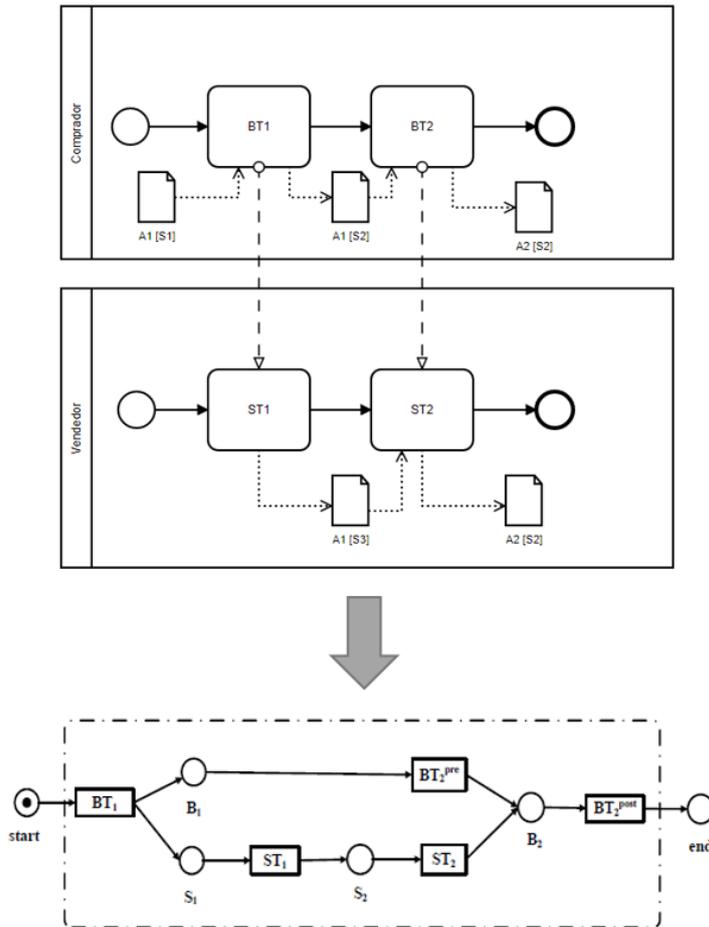


Figura 3.1: Junção assíncrona de participantes com separação de fluxo. Adaptado de KUNCHALA *et al.* [16]

LOHMANN e NYOLT [41]

Assim como KUNCHALA *et al.* [16], o trabalho de LOHMANN e NYOLT [41] também visa transformar um processo de negócio centrado em atividades, em um processo centrado em artefatos. Sua premissa é a de que o BPMN não possui elementos suficientes para representar um processo centrado em artefatos, necessitando o desenvolvimento de uma extensão que supra essa lacuna.

Para resolver a carência identificada, os autores propõem a utilização de uma extensão ao BPMN, cuja solução altera a notação para dar mais flexibilidade ao processo, dando maior importância aos artefatos envolvidos em sua execução. Sua solução envolve a reorganização do processo, não havendo mais a especificação de sequência de execução. Eles também propõem a junção de participantes e atividades dentro de um contexto definido em função de um artefato, bem como alteram as restrições de utilização dos elementos do processo. A Figura 3.2 foi elaborada para demonstrar um exemplo de como é utilizada a extensão proposta por LOHMANN e NYOLT [41].

Apesar de sua proposta apresentar operações de adaptação, tais como juntar e movimentar elementos, este trabalho não é dedicado a adaptação de processos de negócio, carecendo de maiores descrições da forma como a adaptação deverá ser realizada. Outro ponto negativo para esta proposta é a mudança radical na notação do BPMN, tornando difícil a correlação entre os elementos do processo base e os elementos do processo adaptado.

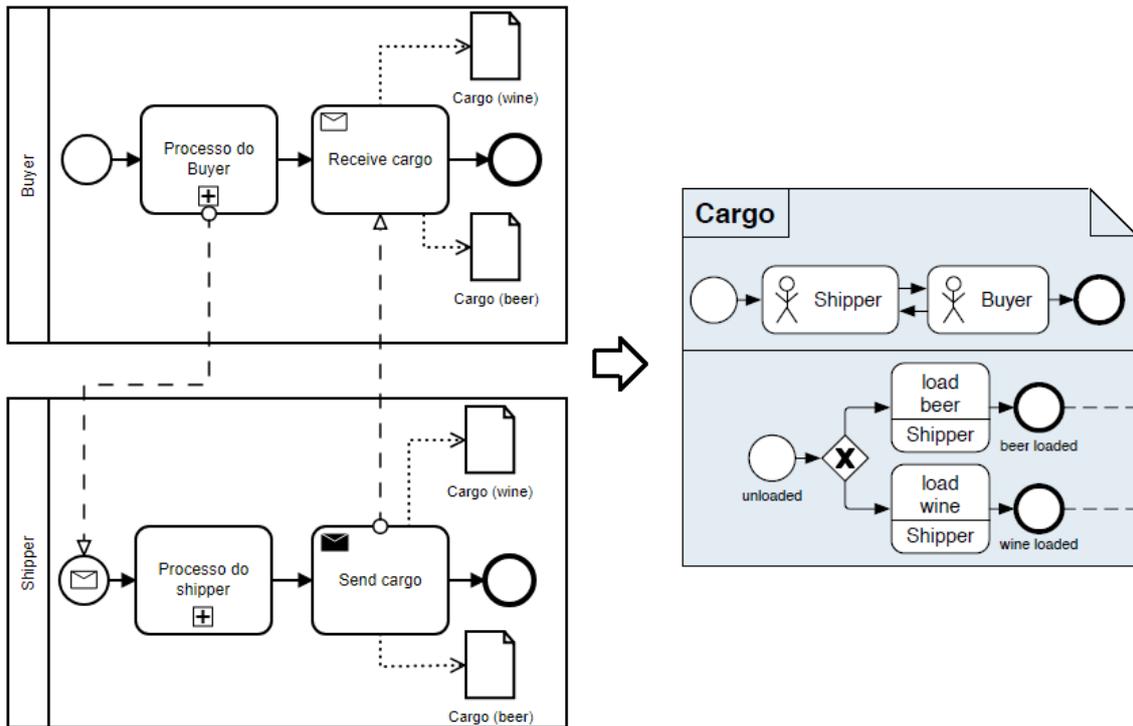


Figura 3.2: Demonstração da transformação realizada segundo a extensão de LOHMANN e NYOLT [41]. Adaptado de LOHMANN e NYOLT [41].

AYORA *et al.* [15]

O trabalho de AYORA *et al.* [15] tem por objetivo o desenvolvimento de uma metodologia para a identificação de variações realizadas em processos de negócio. Desta forma os autores buscam auxiliar na adaptação de processos de negócio através do suporte a diferentes fases do ciclo de vida de um processo. Seu processo de desenvolvimento foi realizado através de uma revisão sistemática da literatura, que identificou possíveis variações aplicadas aos processos de negócio, bem como os contextos onde estas variações podem ser observadas.

Apesar dos resultados encontrados nesta pesquisa serem voltados para a adaptação de elementos que correspondem a perspectiva funcional, sua pesquisa também gera motivações para operações na perspectiva organizacional de processos de negócio quando são analisados seus exemplos e suas aplicações. Através delas é

possível motivar operações como renomeação, exclusão, inserção, junção e separação de participantes e divisões do processo.

Por ter como objetivo a definição de uma metodologia para identificação de variabilidade em processos de negócio em geral, o trabalho de AYORA *et al.* [15] não é dedicado a notação BPMN, não apresentando assim uma definição gráfica para representar a adaptação. Outro ponto identificado neste trabalho é a ausência de restrições práticas a serem aplicadas no processo após a execução da adaptação.

DELGADO e CALEGARI [42]

A pesquisa de DELGADO e CALEGARI [42] realizou um estudo detalhado sobre modelagem e personalização de grupos de processos de negócio baseados no BPMN versão 2.0. Desta forma os autores identificaram a possibilidade de introduzir no BPMN conceitos de variabilidade de processos apresentados na extensão vSPEM, aplicada a notação de modelagem de processos de software SPEM. Este estudo resulta no desenvolvimento na extensão BPMNext, baseada na notação BPMN e que busca simplificar a modelagem de um processo de negócio através da modificação na representação dos elementos do processo.

Os resultados apresentados neste trabalho alteram diretamente elementos do tipo *Activity*, correspondendo a perspectiva funcional, e elementos do tipo *Lane*, correspondendo a perspectiva organizacional. Especificamente para os elementos do tipo *Lane*, que são tratados pelos autores como uma representação dos responsáveis pela execução do processo, é citada a possibilidade de aplicação das operações de adaptação alterar, inserir ou renomear.

Embora a proposta apresentada neste trabalho vise a simplificação do processo, é realizada uma modificação na especificação do BPMN, alterando elementos gráficos e fluxo de execução de atividades. Isso torna difícil a aplicação da solução proposta em muitos ambientes de negócio, uma vez que a modificação da notação gráfica atrapalha a compreensão por seus usuários, sobretudo quando observamos que as modificações propostas na notação não foram avaliadas com a participação de voluntários.

BEN SAID *et al.* [43]

O trabalho de BEN SAID *et al.* [43] desenvolve a extensão BPMN4V, permitindo que o BPMN seja mais flexível para a modelagem de processos inter-organizacionais. Sua solução envolve a introdução do conceito de “versão” para gerenciar as modificações realizadas em processos deste tipo. Esta abordagem envolve a descrição de operações como criar, atualizar, excluir, validar e derivar, que podem ser aplicadas a elementos correspondentes às perspectivas comportamental, organizacional e temporal.

Apesar de apresentar resultados promissores e de trabalhar com versionamento de processos, a extensão BPMN4V não apresenta a capacidade de estruturação das modificações realizadas no processo, mesmo utilizando a ferramenta desenvolvida para esta extensão ao BPMN. Outro ponto relevante é que a abordagem apresentada não garante a aderência ao padrão definido para o BPMN, uma vez que as operações validar e derivar apenas garantem que uma operação foi aplicada em conformidade com a extensão desenvolvida ou que a modificação será baseada em outro modelo já existente.

LASSOUED e NURCAN [44]

O foco do trabalho apresentado por LASSOUED e NURCAN [44] também envolve a carência do BPMN no tratamento de processos inter-operacionais, porém com o aplicado ao fluxo de trabalho (*workflow*) de serviços ofertados através da computação em nuvem. Assim como em BEN SAID *et al.* [43], a solução proposta por estes autores envolve o conceito de "versão e contexto", que são aplicadas em processos de negócio através de uma extensão ao BPMN 2.0 desenvolvida por eles. Esta extensão visa gerenciar as versões através do controle de elementos compatíveis com as perspectivas funcional, comportamental, organizacional e informacional. Essa gestão envolve a criação de novas versões do processo, e a derivação de um processo já existente.

Apesar de trabalhar com mudanças em processos de negócio que correspondam às perspectivas funcional, comportamental, organizacional e informacional, este trabalho não se aprofunda na descrição de como são aplicadas as operações de adaptação nos elementos do processo. Além disso, os resultados apresentados no artigo podem ser preliminares, sobretudo quando comparados aos resultados apresentados por BEN SAID *et al.* [43].

HAHN *et al.* [26]

Segundo os autores, os recentes avanços na área da ciência dos dados e *big data* aumentaram a importância dada à informação compartilhada. Desta forma, HAHN *et al.* [26] identificaram que as complexas trocas de dados em processos modelados em BPMN não são tão adequadas para descrever a complexidade e a velocidade de transmissão dessas informações. Esse cenário é ilustrado no texto através da transmissão de um único artefato entre dois participantes de uma coreografia. Para cada transferência de um artefato entre os participantes há a necessidade de modelar um evento de envio de mensagem e outro de recepção da mensagem.

Para resolver este problema, HAHN *et al.* [26] apresentam o "TraDE", uma extensão ao BPMN desenvolvida para modelar e executar coreografias centradas em

dados, dando maior destaque para a transferência da informação entre as tarefas do processo. Sua solução envolve a união dos artefatos de dados em um único artefato-base, que agrupará os artefatos de forma a otimizar seu acesso pelos demais elementos do processo. A Figura 3.3 demonstra um exemplo do funcionamento da extensão proposta por este trabalho.

Durante o desenvolvimento de sua solução, HAHN *et al.* [26] apresentam conceitos compatíveis com a operação junção de elementos de informação, além de motivar a operação separação de elementos. Apesar de trabalhar com elementos da perspectiva informacional, o trabalho não define como será feita a junção ou a separação dos dados, sendo de responsabilidade do usuário gerenciar a validade da modelagem após a adaptação.

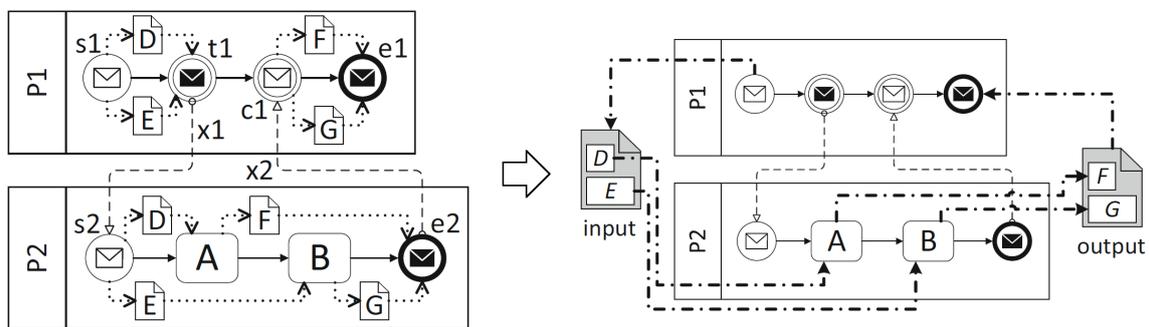


Figura 3.3: Demonstração da proposta de centralização de artefatos apresentada por HAHN *et al.* [26]. Adaptado de HAHN *et al.* [26].

KHELLADI *et al.* [14]

O trabalho de KHELLADI *et al.* [14] identifica a importância da verificação dos processos de negócio em função da constante ocorrência de erros provocados em processos que foram alterados com validação insuficiente ou inexistente da conformidade do processo. Esses erros acabam gerando *deadlocks*, atividades nunca alcançáveis, ordem incorreta de fluxo de execução, etc.

Para solucionar este problema, KHELLADI *et al.* [14] apresenta uma proposta de coadaptação semiautomática das propriedades do processo em múltiplas dimensões, visando a validação da consistência do processo após sua adaptação. Em seu desenvolvimento, o trabalho apresenta operações de modificação ou evolução de processos aplicáveis às atividades, artefatos e recursos, representando as perspectivas funcional e informacional de um processo de negócio. Essas operações incluem ações como *Delete*, *Replace/Rename*, *Split*, *Merge*, *Add*, *Delete Edge*, e *Add Edge*, sendo que apenas as 4 primeiras operações desta lista foram implementadas em sua solução final.

Apesar de seu grande potencial, a solução apresentada por [14] não classifica a restrição das possíveis adaptações aplicáveis ao processo, deixando essa tarefa para a ferramenta desenvolvida. Outro ponto que este trabalho não apresenta a forma de atuação do usuário durante as adaptações, deixando uma lacuna na parte da especificação da adaptação realizada.

PILLAT [25]

O trabalho desenvolvido por PILLAT [25] define o BPMNt³, uma extensão ao BPMN focada em garantir a conservação das restrições da linguagem de modelagem de processos após a adaptação do processo de negócio. Neste trabalho são apresentadas 16 operações de alto-nível, operações estas que envolvem mais de uma operação básica para a implementação da adaptação. As operações de alto-nível apresentadas neste trabalho são: *Parallel Insert*, *Serial Insert*, *Conditional Insert*, *Event-based Insert*, *Move*, *Paralellize*, *Encapsulate*, *Split*, *Specialize*, *Merge*, *Extend*, *Rename*, *Delete*, *Replace*, *Add Expetion Handler*, e *Add Exception Flow*.

Apesar de seu enorme potencial, todas as operações apresentadas para a extensão BPMNt são aplicáveis a elementos das perspectivas funcional, temporal, comportamental e operacional, não havendo propostas para os elementos das perspectivas organizacional ou informacional. Outro ponto importante do BPMNt é a sua ferramenta de modelagem, que é de difícil manipulação e não está mais disponível [42].

WEBER *et al.* [38]

O trabalho desenvolvido por WEBER *et al.* [38] identificou que *process-aware information systems* não são comparáveis entre si. Desta forma, este trabalho apresenta um conjunto de padrões de mudança destinados a identificar variações nesse tipo de processos. Esses padrões envolvem a inserção, exclusão, movimentação, substituição, troca, extração, sequenciação e paralelização de subprocessos, o que o torna compatível principalmente com a perspectiva funcional. Ao todos são apresentados 25 padrões, que são exemplificados e apresentados através de um catálogo.

Apesar da quantidade de padrões identificados, o trabalho de WEBER *et al.* [38] não apresenta padrões de mudança aplicáveis a perspectiva organizacional ou informacional de processos de negócio. Outro ponto importante neste trabalho é que ele não é dedicado ao BPMN e carece de descrição de restrições aplicáveis às variações do processo, se limitado a identificá-las.

³A extensão BPMNt é melhor detalhada na Seção 2.5 desta dissertação.

3.4 Trabalhos relacionados à identificação de modificações em versões de processos

Tendo em vista a dificuldade e a importância identificada para a identificação de operações de adaptações em processos de negócio, este trabalho realizou uma pesquisa por trabalhos relacionados que pudessem colaborar com o desenvolvimento da solução para este problema. Nesta seção serão apresentadas as resenhas críticas para cada um dos trabalhos relacionados identificados como relacionados a esta parte da dissertação.

WANG *et al.* [10]

WANG *et al.* [10] destaca a importância da identificação das diferenças entre processos para diversos cenários de negócios, sobretudo para o controle de versão e a fusão de processos. Entretanto, realizar a identificação destas diferenças não é trivial, sendo um desafio a ser superado pelos engenheiros de processos. Neste cenário, este trabalho desenvolve um algoritmo de comparação entre processos, transformando os processos a serem comparados em dois grafos, cujas arestas são comparadas matematicamente. Através deste algoritmo as diferenças são apresentadas textualmente, fazendo com que seja necessária uma etapa extra de análise dos resultados para uma melhor compreensão das diferenças entre os processos.

LOW *et al.* [8]

LOW *et al.* [8] é dedicado a identificação de mudanças em processos de negócio baseado nos seus históricos de execução. Desta forma eles destacam que muitas vezes o processo modelado não corresponde totalmente ao processo executado, havendo uma margem para a melhoria na definição do processo. O trabalho desenvolvido pelos autores apresenta uma visualização de dois históricos de execução de um mesmo processo, permitindo comparar ambas as execuções. Seu objetivo principal é facilitar a análise dos *logs*, visando identificar potenciais melhorias no processo. Apesar de seu potencial, a visualização do histórico de execução não atua diretamente no processo, sendo apenas um facilitador para identificar possíveis aprimoramentos, dependendo totalmente da análise humana para chegar a este objetivo.

KÜSTER *et al.* [45]

KÜSTER *et al.* [45] apresenta uma proposta para a identificação de mudanças realizadas em processos quando o registro de modificações não é fornecida, como é possível acontecer através do uso de algumas ferramentas de comparação. Para resolver este problema, os autores desenvolvem uma proposta baseada na fragmentação

das versões do processo, através da técnica de fragmentação por “única entrada e única saída”. Essa fragmentação permite com que seja possível a comparação entre blocos semelhantes do código, identificando assim as diferenças existentes no processo. Para essa identificação, os fragmentos são convertidos em nós de um grafo e posteriormente comparados entre si, chegando as diferenças apresentadas entre as versões.

Além de ser mais uma técnica baseada em grafos, a proposta apresentada por KÜSTER *et al.* [45] só é capaz de identificar inserção, remoção, movimentação ou conversão de uma atividade na comparação entre as versões do processo. Esse limitador impede que alterações mais complexas, como a separação ou até mesmo a renomeação de uma atividade sejam identificadas seguindo a técnica desenvolvida pelos autores.

SANTOS *et al.* [46]

SANTOS *et al.* [46] busca identificar elementos em um processo de software que pode ser adaptado, utilizando mineração de processos para indicar estes candidatos. Os autores definiram portanto uma técnica de quatro etapas que apresenta a lista de elementos que podem sofrer mudança no processo. Para definir os elementos e as alterações que podem ser realizadas, foi utilizado como suporte a extensão BPMNt, que é descrita na Seção 2.5.

A técnica de identificação de candidatos da é dependente do registro de execução do fluxo de trabalho do processo, uma vez que depende da mineração do processo para encontrar esta lista. Também é possível observar que esta técnica não identifica modificações ocorridas em versões de processo, mas sim sugere alterações que podem ser realizadas numa nova versão para este processo.

PINI *et al.* [47]

PINI *et al.* [47] direciona seu discurso através da percepção de que organizações que executam processos de negócio similares tendem podem utilizar técnicas de comparação destes processos para entender as diferenças e as similaridades de seus fluxos de trabalho para melhorar a execução de suas atividades. Para a identificação destas diferenças, muitas vezes é utilizada a técnica de mineração de processos, onde são utilizados os registros de execução das atividades para identificar semelhanças entre os processos e possibilitar a comparação entre eles. Entretanto, foi observado a inexistência de abordagens de comparação de processos, levando os autores a apresentar 4 diferentes representações para identificar semelhanças no processo, como exemplificado na Figura 3.7.

Por mais que o trabalho de PINI *et al.* [47] foque na representação de diferenças de processos, seus resultados são dedicados apenas nas técnicas de visualização dessas diferenças, deixando elaboração da comparação das diferenças nos processos para as ferramentas de mineração de processos. Além disso, as visualizações proposta pelos autores só conseguem identificar a inclusão ou a exclusão de elementos nos fluxos de trabalho.

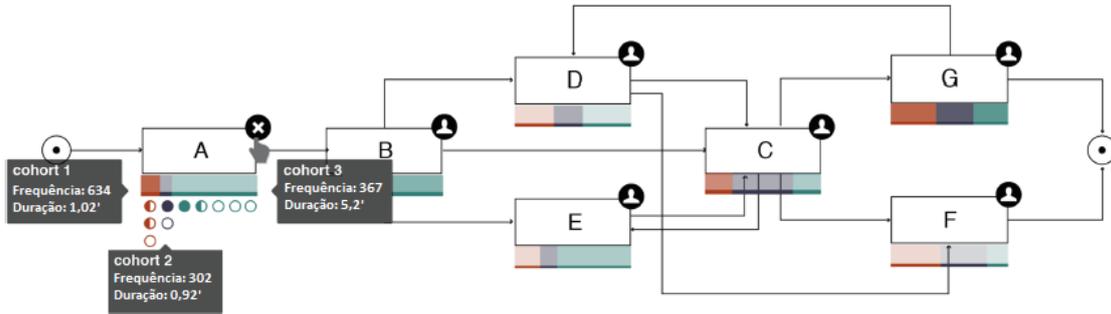


Figura 3.4: Exemplo de visualização de diferenças apresentada por PINI *et al.* [47]. Adaptado de PINI *et al.* [47]

KRIGLSTEIN *et al.* [12]

KRIGLSTEIN *et al.* [12] destaca a importância da comparação em busca de diferenças e semelhanças entre processos, além da identificação no acréscimo ou decréscimo do tráfego entre atividades do processo. Entretanto, sua pesquisa demonstra a existência de poucas soluções aplicáveis para a comparação de processos. Desta forma os autores modelam uma equação baseada em grafos para indicar as diferenças entre processos e mensurar o tráfego entre as arestas do processo. Seu resultado é demonstrado através de um protótipo, apresentado na Figura 3.5, que utiliza um código de cores para demonstrar graficamente seus resultados. Outro ponto importante apresentado pelos autores é a utilização da técnica de diferenciação Delta, que geralmente é aplicada a processos de negócio. Apesar de seus resultados, as únicas diferenças que são detectadas entre os processos é a inclusão ou a remoção de atividades, sendo um fator extremamente limitante para a abordagem apresentada por este trabalho.

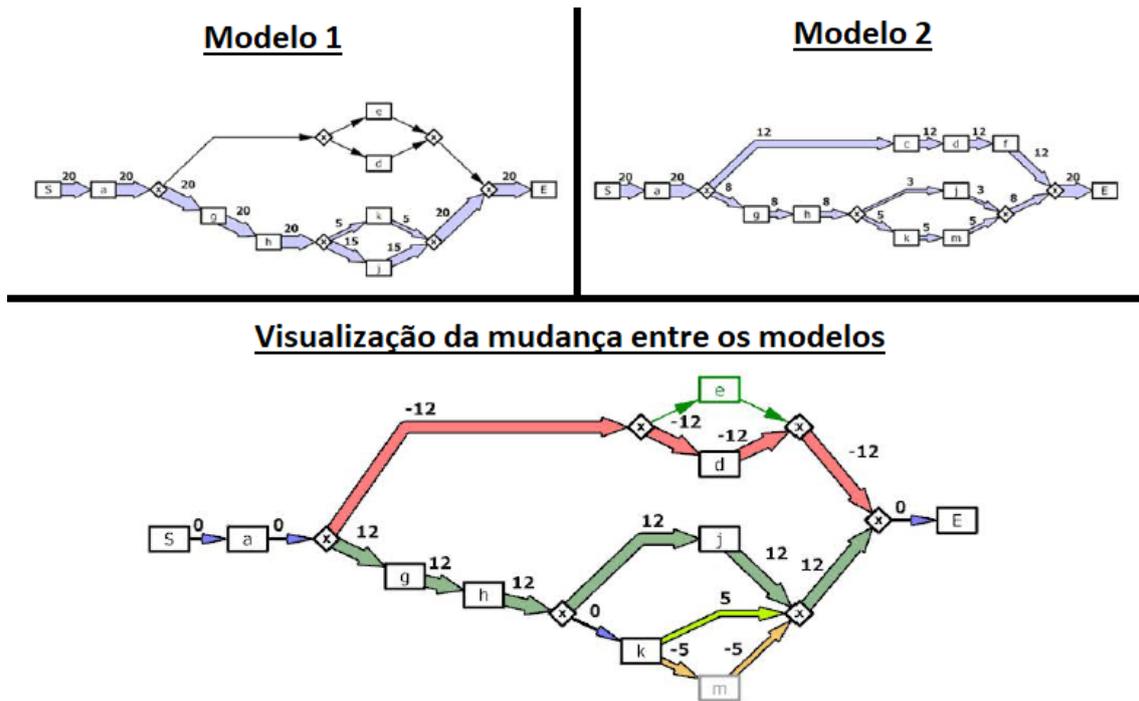


Figura 3.5: Protótipo de comparação de processos apresentado em KRIGLSTEIN *et al.* [12]. Adaptado de KRIGLSTEIN *et al.* [12].

GALL *et al.* [11]

GALL *et al.* [11] busca identificar a melhor forma de representar graficamente diferença entre processos. Desta forma, seu trabalho apresenta um estudo, realizado com 31 participantes, que tiveram que opinar entre 9 formas diferentes de representar visualmente mudanças entre processos. Seu resultado aponta que as melhores formas de exibição de alterações de processos é através de cores e/ou símbolos, sendo esta representação aproveitada para o desenvolvimento de um protótipo de ferramenta, apresentada em GALL *et al.* [48] e que pode ser visualizada na Figura 3.6.

Apesar de ser um estudo focado em desenvolver uma técnica de diferenças entre processos, seu resultado mais importante é a maneira como eles são representados visualmente. Na parte da comparação, sua abordagem é focada apenas em identificar inclusões e exclusões de atividades, sendo mais preciso para a identificação de inclusão, exclusão, decréscimo ou acréscimo de seguimentos entre as atividades.

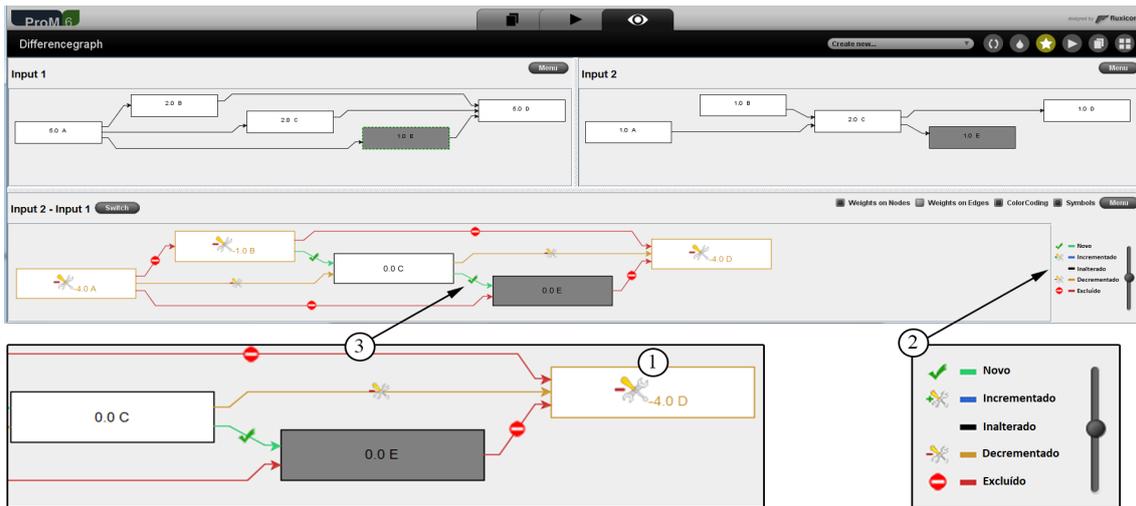


Figura 3.6: Protótipo de ferramenta de comparação apresentada por GALL *et al.* [48]. Adaptado de GALL *et al.* [48].

KOPPEL *et al.* [49]

KOPPEL *et al.* [49] apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta cujo objetivo é identificar processos multivariáveis e as variações ocorridas neles. A identificação das modificações é realizada através da medida de entropia entre as versões do processo, sendo seu resultado exibido visualmente através de um gráfico de radar.

A técnica e a ferramenta proposta pelos autores apresenta bons resultados para a identificação de até 50 variáveis de modificações diferentes em processos, mas trata-se de resultados analíticos sobre as modificações exibidas nas versões do processo. As variáveis também devem ser definidas *a priori* no algoritmo, que não é capaz de categorizar sozinho as alterações que foram realizadas no processo, apenas quantificá-las a partir da entrada fornecida.

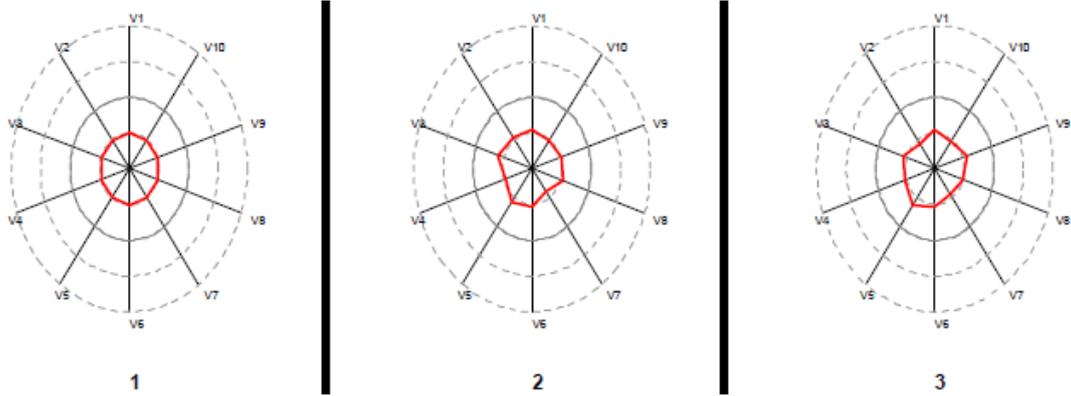


Figura 3.7: Exemplo de visualização de diferenças através de gráfico de radar apresentado por KOPPEL *et al.* [49]. Adaptado de KOPPEL *et al.* [49]

3.5 Análise consolidada dos trabalhos relacionados

Foram encontrados 10 diferentes trabalhos que motivam adaptação de processos de negócio sob as perspectivas organizacional ou informacional, sendo estes publicados entre 2008 [38] e 2018 [26]. Destes trabalhos, apenas duas duplas apresentam resultados para um mesmo problema, cada dupla para um problema diferente. Apesar disso, suas soluções propostas são completamente diferentes. Isso demonstra, dentro do escopo analisado, que a área de adaptação de processos de negócio é muito diversificada, não havendo uma convergência das pesquisas para um tópico comum. Outro ponto observado nesta pesquisa, e reforçado por PILLAT *et al.* [40], é a baixa quantidade de trabalhos que abordam as perspectivas organizacional e informacional, embora hajam indícios da ampla necessidade de adaptação destas perspectivas [14, 26, 41]. Isso também pode ser observado na sub-área de processos de software [50] que, embora seja uma sub-área não abordada por esta dissertação, reforça essa necessidade para processos de negócio em geral.

Todos os trabalhos selecionados apresentam soluções para variações de problemas na área de processos de negócio. Isso permitiu realizar uma correlação entre as perspectivas de processo de negócios e as soluções apresentada nessas publicações. Essa correlação é apresentada na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Perspectivas de processos consideradas nos trabalhos relacionados

Trabalhos relacionados	Perspec. de processos					
	Funcional	Comportamental	Temporal	Organizacional	Informacional	Organizacional
KUNCHALA <i>et al.</i> [16]	X			X		X
LOHMANN e NYOLT [41]	X	X		X	X	
AYORA <i>et al.</i> [15]	X	X	X	X	X	X
KHELLADI <i>et al.</i> [14]	X				X	
HAHN <i>et al.</i> [26]					X	
WEBER <i>et al.</i> [38]	X	X				
PILLAT [25]	X	X	X			X
BEN SAID <i>et al.</i> [43]		X	X	X		
LASSOUED e NURCAN [44]	X	X		X	X	
DELGADO e CALEGARI [42]	X				X	
Extensão BPMNt++				X	X	

A Tabela 3.1 demonstra que apenas AYORA *et al.* [15] apresenta em sua solução referência a todas as perspectivas de processos de negócio. Entretanto, isso ocorre em função de seu trabalho ser dedicado a classificar e identificar as adaptações ocorridas em um processo de negócios, não definindo parâmetros ou metodologia para a realização dessas adaptações. Seu resultado ajuda a entender qual foi a adaptação realizada ou as modificações que podem ser feitas em um processo, mas não descrevem as operações que podem ser realizadas. Dessa forma, seu resultado não pode ser utilizado para gerenciar adaptação em processos em BPMN, sobretudo para processos analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional.

Ainda analisando a tabela, outro trabalho de grande potencial é PILLAT [25], que apresenta em sua solução uma proposta para adaptação de processos em quatro perspectivas, mas falha ao não permitir que as perspectivas organizacional e informacional sejam modificados segundo sua metodologia. Desta forma seus resultados não conseguem suprir o problema identificado nesta dissertação.

Um ponto interessante observado através da Tabela 3.1 é que, com exceção de HAHN *et al.* [26], todos os demais trabalhos apresentam manipulações em elementos compatíveis com a perspectiva funcional para processos de negócio, demonstrando uma forte tendência a adaptação desta perspectiva, conforme demonstrado em WEBER *et al.* [38].

Apenas LOHMANN e NYOLT [41] e LASSOUED e NURCAN [44] apresentam soluções que envolvem tanto a perspectiva organizacional, quanto a perspectiva informacional. Isso ocorre em função do primeiro trabalho realizar uma modificação da notação BPMN para reorganizar o processo em função das informações presentes, enquanto o segundo tenta reorganizar a notação do BPMN para flexibilizar

processos inter-operacionais. Entretanto, nenhuma das soluções apresentadas pode ser aplicada para os problemas apresentados na Seção 1.2, já que as propostas alteram significativamente a notação definida para o BPMN, impedindo que sua solução seja utilizada em adaptações de processos de negócio, já que altera a linguagem na qual o processo foi descrito originalmente.

Os demais trabalhos não apresentam soluções completas para o gerenciamento de adaptações em processos de negócios para as perspectivas por eles analisadas. Além disso, nenhum deles apresenta uma forma validar as modificações de forma a colaborar com a consistência do processo dentro da padronização do BPMN. Mesmo combinados, esses trabalhos ainda não conseguem resolver os problemas identificados para esta dissertação, já que nenhum trabalho descreve como o usuário deve trabalhar com a modificação do processo e como ele deve se manter em conformidade com a especificação definida para o BPMN.

Analisando estes mesmos trabalhos em relação às operações de adaptação de processos de negócio apresentadas, podemos consolidar seus resultados na Tabela 3.2:

Tabela 3.2: Operações apresentadas ou motivadas pelos trabalhos relacionados

Trabalhos relacionados	Operações de adaptação de processos de negócio															
	Inserir	Mover	Paralelizar	Encapsular	Especializar	Juntar	Separar	Estender	Renomear	Excluir	Substituir	Trocar	Extrair	Copiar	Atualizar	Validar
KUNCHALA <i>et al.</i> [16]						X	X									
LOHMANN e NYOLT [41]						X	X									
AYORA <i>et al.</i> [15]	X					X	X		X	X						
KHELLADI <i>et al.</i> [14]	X					X	X		X	X	X					
HAHN <i>et al.</i> [26]						X	X									
WEBER <i>et al.</i> [38]	X	X	X			X	X		X	X	X	X	X	X		
PILLAT [25]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
BEN SAID <i>et al.</i> [43]	X									X				X	X	X
LASSOUED e NURCAN [44]	X													X		
DELGADO e CALEGARI [42]	X								X		X					
Extensão BPMNt++	X					X	X		X	X	X					

A Tabela 3.2 demonstra que WEBER *et al.* [38] e PILLAT [25] são os trabalhos que mais apresentam operações para adaptação em processos de negócio. Apesar disso, seus resultados não são aplicáveis a perspectiva organizacional ou informacional, conforme apresentado na Tabela 3.1.

Os demais trabalhos apresentam variações de processos com perspectiva organizacional e informacional, mas seus objetivos e soluções propostas não compreendem a prevenção de erros na modelagem do processo após a adaptação, segundo a especificação do BPMN. Entretanto, estes trabalhos definem ou motivam operações como Inserir, Juntar, Separar, Renomear, Excluir, Substituir, Copiar, Atualizar e

Validar. Essas operações devem ser consideradas em qualquer adaptação que envolvam estas perspectivas, já que estes trabalhos os apresentam ou definem. As demais operações, tais como Paralelizar e Encapsular, não possuem justificativa de aplicação a elementos das perspectivas organizacional e informacional em função de serem classificadas exclusivamente em trabalhos que não apresentam elementos destas perspectivas. Desta forma não há embasamento prático para a descrição ou aplicabilidade destas operações nestes elementos.

Além de discutirem problemas aplicáveis a processos de negócio, todos os trabalhos relacionados voltados a adaptação de processos utilizam a notação BPMN como base de sua pesquisa ou para demonstrar seus resultados.

Analisando os trabalhos correlatos ligados a identificação de modificações em processos, apresentado na Seção 3.4, pode-se observar que todos destacam a complexidade da realização desta atividade, mas também frisam a importância da identificação. Esta importância é destacada através da possibilidade de melhoria do processo, controle de histórico e versionamento.

Em comparação com estes trabalhos, a proposta apresentada por esta dissertação apresenta uma evolução no conceito de adaptação de processos de negócios modelados em BPMN. Quando consideradas as perspectivas organizacional e informacional, os resultados apresentam uma maior quantidade de operações com aplicações práticas em relação aos trabalhos como os de KHELLADI *et al.* [14], KUNCHALA *et al.* [16], HAHN *et al.* [26], LOHMANN e NYOLT [41], DELGADO e CALLEGARI [42] e BEN SAID *et al.* [43], considerando que para este último as operações Copiar, Atualizar e Validar não são práticas para o contexto de aplicação do BPMN. Essa comparação pode ser observada na Tabela 3.2, onde “Extensão BPMNt++” representa a abordagem apresentada por esta dissertação. Também há uma vantagem sobre os demais trabalhos sob o ponto de vista de guia para a adaptação de processos de negócios: PILLAT [25] e WEBER *et al.* [38] apresentam guias para as adaptações, mas não compreendem a perspectivas organizacional e informacional, como é feito por esta dissertação. Já AYORA *et al.* [6] considera muitas perspectivas em seus resultados, mas estes não são aplicáveis a notação BPMN, sendo esta uma vantagem em relação a abordagem proposta pela extensão BPMNt++.

Já quando o assunto é a identificação de diferenças entre versões de processos, pode ser observado na Tabela 3.3 que abordagens mais utilizadas nos trabalhos selecionados para identificação de diferenças entre versões de processos envolvem a abordagens de comparação por comportamento baseado no modelo, seguindo a definição apresentada por BOLT *et al.* [51]. Dentro deste grupo há um conjunto de trabalhos que utiliza técnicas de grafos para executar a comparação. Entretanto, o método por grafos é eficiente apenas para uma análise computacional, sendo necessária uma

interpretação extra para se chegar ao resultado esperado. Isso dificulta o processo, não permitindo que um usuário realize esta tarefa manualmente, por exemplo.

Tabela 3.3: Análise consolidada dos trabalhos relacionados a identificação de modificações em versões de processos.

Trabalhos relacionados	Categoria de comparação de diferenças nos processos [51]	Possui abordagem visual?
WANG <i>et al.</i> [10]	Modelo	Não
LOW <i>et al.</i> [8]	<i>Log</i>	Não
KÜSTER <i>et al.</i> [45]	Modelo	Não
SANTOS <i>et al.</i> [46]	<i>Log</i>	Não
PINI <i>et al.</i> [47]	<i>Log</i>	Sim
KRIGLSTEIN <i>et al.</i> [12]	Modelo	Sim
GALL <i>et al.</i> [11]	Modelo	Sim
KOPPEL <i>et al.</i> [49]	Modelo	Sim

Ainda analisando a Tabela 3.3, é possível identificar que metade dos 8 trabalhos analisados possuem alguma abordagem visual para apresentar as diferenças, enquanto a outra metade apresenta a saída de suas técnicas meramente textual. É interessante observar que as abordagens textuais tem como objetivo a exibição dos resultados para especialistas nos processos, que geralmente possuem algum conhecimento técnico prévio e que poderá utilizar seu conhecimento ou ferramentas complementares para analisar os resultados obtidos. Já as abordagens visuais demonstram uma maior preocupação da análise de todos os níveis de usuário, sendo mais utilizadas para processos de negócio em geral ou para abordagens cujo usuário não possui nível de domínio do negócio definido.

Do ponto de vista da exibição da modificação, os trabalhos que apresentam soluções voltadas para a visualização das diferenças, realizam normalmente esta atividade através de cores ou símbolos, mas não há consenso sobre a melhor forma de exibir essas modificações. Entretanto, pode-se afirmar que é consenso destes trabalhos que a melhor forma de exibir o resultado de uma comparação entre processos é através de visualização gráfica das diferenças, havendo muitas opções para escolher o melhor algoritmo para determinar as mudanças entre suas versões.

A proposta apresentada por esta dissertação para a identificação de diferenças entre versões de adaptações de processos se destaca em relação às demais abordagens por permitir a visualização das diferenças entre as versões, sendo focado no segmento de adaptação de processos de negócios. As demais abordagens apresentadas são dedicadas ao segmento de melhoria de processo ou simplesmente no segmento de comparação de processos. Com essa dedicação, a abordagem desta dissertação é capaz de apresentar melhores resultados através de sua técnica, apontando as operações que ocorreram entre as versões do processo. Tal comportamento não foi observado em nossa pesquisa por nenhuma outra solução identificada.

3.6 Conclusão

Esta etapa da dissertação identificou um total de 18 trabalhos relacionados a esta pesquisa. Esses trabalhos apresentam adaptações em processos de negócio, descrevendo ou motivando a utilização de operações de adaptação nas seis perspectivas de processos de negócio apresentadas na Seção 2.2; bem como apresentaram o estado da arte no segmento de identificação de modificações em processos de negócio.

Para a primeira parte desta pesquisa, visando alcançar o Objetivo Especifico 1 e 2 descritos na Seção 1.4, buscou identificar trabalhos que trouxessem contribuições que correspondessem a adaptação de processos de negócios nas diversas perspectivas. Utilizando o Scopus como base para a pesquisa, foram encontrados ao todo 10 trabalhos, publicados entre 2008 e 2018 e apresentados na Seção 3.3. Estes trabalhos apresentam operações e exemplos para a aplicação de operações como Inserir, Juntar, Separar, Renomear, Excluir, Substituir, Copiar, Atualizar e Validar. Estas definições serão capazes de auxiliar na obtenção dos resultados para os problemas desta dissertação.

Para a questão de diferenças entre processos, esta pesquisa identificou 8 trabalhos, sendo apresentados na Seção 3.4. Todos esses trabalhos visam encontrar a diferenças entre processo, mas cada um apresenta uma abordagem diferente, envolvendo algoritmos ou ferramentas de identificação de mudanças. Como tendência foi possível observar uma maior utilização de abordagens baseadas no comportamento do modelo. Entretanto, quando analisado para processos de negócio, a visualização das diferenças é geralmente feita através de técnicas visuais, havendo maior tendência para a utilização de cores para identificar quais alterações foram realizadas. Sobre o algoritmo para encontrar as modificações realizadas entre versões do processo, não foi possível determinar um consenso entre os trabalhos identificados.

Na seção 3.5 foi realizada uma breve análise sobre os trabalhos relacionados encontrados, apresentando uma comparação entre as perspectivas de processo de negócio (Tabela 3.1) e operações de adaptação de processos (Tabela 3.2) descritos por eles. Como resultado desta análise pôde-se observar que nenhum dos trabalhos relacionados cujas soluções envolvem a adaptação de processos apresentam uma metodologia para seguir as especificações definidas pela notação BPMN. Também não é apresentada nenhuma metodologia que garanta a conformidade do processo com a especificação da notação BPMN, similar ao que ocorre na extensão BPMNt[25] para as outras perspectivas. Outro ponto importante é que os trabalhos identificados não apresentam todas as operações em comum, cada qual descrevendo um conjunto diferente de modificações aplicáveis a processos com perspectivas organizacional ou informacional, sendo necessária a utilização de mais de uma abordagem diferente para descrever algumas operações para uma mesma perspectiva. Desta forma, os

trabalhos relacionados não solucionam o problema de gerenciar adaptações em processos modelados em BPMN quando consideras as perspectivas organizacional e informacional, sendo portanto uma lacuna em aberto.

Outra conclusão obtida pela análise realizada na Seção 3.5 é em relação as operações necessárias para o gerenciamento de adaptações sob a perspectiva organizacional ou informacional. Os trabalhos encontrados apresentam as operações Inserir, Juntar, Separar, Renomear, Excluir, Substituir, Copiar, Atualizar e Validar. Estas operações deverão ser avaliadas e, caso pertinentes, incluídas na solução final desta dissertação.

Ainda na Seção 3.5, foi apresentada a Tabela 3.3, que apresenta um resumo das técnicas envolvidas nos artigos relacionados e se possuem alguma abordagem visual. Através dessa tabela foi possível observar que metade dos trabalhos identificados possuem abordagem visual e são voltados para todos os níveis de usuários do processo. A outra metade, que apresenta resultados textuais, possui sua abordagem voltada para especialistas em processos. Neste caso, para cumprir o Objetivo Específico 3 desta dissertação, apresentado na Seção 1.4, foi possível concluir que a melhor abordagem é através da exibição visual da diferença entre processos.

Capítulo 4

Desenvolvimento da extensão

BPMNt++

4.1 Introdução

Os capítulos anteriores foram capazes de demonstrar a importância da adaptação de processos, dados a necessidade de modificações em um cenários específico do negócio [4–6]. Essas modificações geram a constante necessidade de adaptar os processos para se adequar a um novo cenário, levando ao desenvolvimento de soluções cujo objetivo é auxiliar no gerenciamento de adaptações [15], como é o exemplo da extensão BPMNt. Entretanto, também foi possível observar nos capítulos anteriores que o BPMNt não é aplicável a processos que possuam elementos com características compatíveis com as perspectivas organizacional ou informacional de processos de negócio, restringindo o número de adaptações que esta extensão consegue gerenciar.

Através da busca por trabalhos relacionados, esta pesquisa determinou a existência de trabalhos cujo objetivo envolve a gestão de variabilidade em processos que possuam elementos das perspectivas organizacional ou informacional. Entretanto, nenhum dos trabalhos identificados apresenta uma metodologia para a adaptação do processo que garanta a sua consistência com o padrão definido pelo BPMN, conforme descrito no Capítulo 3.

Em função da lacuna identificada, este capítulo apresenta a extensão ao BPMN denominada BPMNt++, que compõem parte de nossa proposta para a solução do problema identificado.

Inspirada na extensão BPMNt, desenvolvida em PILLAT [25], o BPMNt++ tem por objetivo a cobertura das lacunas de adaptação para processos de negócio analisados sob as perspectivas informacional ou organizacional. Para isso foi elaborado um meta-modelo da extensão BPMNt++ compatível com o meta-modelo do BPMN, seguindo a especificação definida pelo manual da notação [21]. O desenvol-

vimento desta extensão visa cumprir os Objetivo Específicos 1 e 2 definidos para esta dissertação.

Desta forma, este capítulo se apresenta da seguinte forma: a Seção 4.2 descreverá a metodologia utilizada para o desenvolvimento da extensão BPMNt++, aprofundando a descrição apresentada na Seção 1.5. A Seção 4.3 apresentará os requisitos da extensão, a definição da linguagem de modelagem, e o trabalho para identificação das operações que serão cobertas pela extensão BPMNt++. A Seção 4.4 apresenta o meta-modelo da extensão, a descrição das operações de adaptação da extensão, e a definição concreta da extensão, fornecida no documento *XML Schema*. A Seção 4.5 apresenta o catálogo de operações da extensão BPMNt, descrevendo seus objetivos, pré e pós-condições, motivação, dentre outros tópicos. A Seção 4.6 apresenta a reprodução de uma operação definida por outro trabalho e compara com o resultado obtido quando realizada a mesma operação através do BPMNt++. A Seção 4.7 apresenta as ameaças a validade do desenvolvimento da extensão BPMNt++ e como essas ameaças foram minimizadas ao logo do trabalho. A Seção 4.8 fecha este capítulo, apresentando a conclusão obtida após o desenvolvimento da extensão BPMNt++.

4.2 Metodologia para definição da extensão

Para definir a extensão BPMNt++, foram seguidas as etapas definidas na seção 1.5.3 - Etapa 3 - Planejamento e desenvolvimento, seguindo a metodologia elaborada por PEFERS *et al.* [27]. Como esta etapa do trabalho envolve o desenvolvimento de uma extensão à notação BPMN, foi acrescida na metodologia etapas definidas por BRAUN e SCHLIETER [28] e STROPPI *et al.* [29], uma vez que seus trabalhos definiram metodologias para a definição de extensões à notação BPMN. Desta forma, a metodologia para o desenvolvimento da extensão BPMNt++ foi composta das seguintes etapas:

1. *Analisar requisitos do domínio:* Esta etapa foi realizada através da leitura de trabalhos utilizados como referência na área de perspectivas de processos de negócio. Através destes trabalhos foi possível elaborar o conjunto de requisitos que foram adotados pela extensão BPMNt++.
2. *Definir operações para a extensão BPMNt++:* Essa etapa foi realizada através da análise dos trabalhos encontrados que definem ou motivam o uso das operações em adaptações de processos de negócio sob as perspectivas informacional e/ou organizacional.
3. *Selecionar linguagem de modelagem:* Esta etapa foi realizada através da análise dos requisitos, definidos na primeira etapa, e análise da especificação

do BPMN. Esta etapa foi necessária para certificar de que o BPMN é uma linguagem de modelagem de processos de negócio adequada para receber uma extensão para adaptação de processos com as perspectivas organizacional e/ou informacional.

4. *Identificar elementos do BPMN*: Esta etapa foi realizada através da leitura da especificação do BPMN [21] para os elementos identificados com características correspondentes às perspectivas organizacional ou informacional. Além disso foram identificados em trabalhos relacionados a aplicação e a importância da adaptação dos elementos selecionados.
5. *Identificar restrições da notação BPMN para elementos selecionados*: Esta etapa foi realizada através da leitura da especificação do BPMN [21], onde foi possível identificar as características e restrições dos elementos da notação. Também foi elaborado, de maneira *ad-hoc*, um conjunto de adaptações de processos, com uma seleção variada de elementos das diferentes perspectivas de processo de negócios, para identificar as restrições aplicáveis em diversos cenários de adaptação.
6. *Definir parâmetros das operações e metamodelo da extensão BPMNt++*: Esta etapa foi realizada em conjunto com a etapa anterior, onde as adaptações *ad-hoc* dos processos foram eficientes para a determinação dos parâmetros necessários para as operações da extensão BPMNt++.
7. *Modelar domínio e sintaxe abstrata da extensão*: A modelagem de domínio e a sintaxe abstrata da extensão foram desenvolvidas através da elaboração de um meta-modelo para a extensão BPMNt++, que segue os princípios adotados pela notação BPMN e por sua extensão BPMNt.
8. *Elaborar catálogo de operações da extensão BPMNt++*: Esta etapa foi realizada a partir dos exemplos criados na etapas 3 e 4 da metodologia utilizada para o desenvolvimento da extensão BPMNt++, utilizando como base o padrão para o catálogo de operações definido por PILLAT [25].

4.3 Definição dos elementos e operações na extensão BPMNt++

Seguindo a primeira etapa da metodologia, definida na Seção 4.2, o desenvolvimento da extensão BPMNt++ foi iniciado a partir da análise dos requisitos do domínio; no caso, a adaptação de processos de negócio sob as perspectivas organizacional ou

informacional. Essa etapa foi baseada na descrição dada por BRAUN e SCHLIETER [28], que define sua importância para o entendimento do contexto da extensão e para a definição das características que a linguagem será empregada para a modelagem do processo de negócio.

Para identificar os requisitos, este trabalho realizou a leitura de trabalhos que apresentassem as definições das perspectivas de processos de negócio existentes. Estes trabalhos foram apresentados nesta dissertação na seção 2.2. Através desta análise foi possível definir 3 requisitos para a adaptação de processos com as perspectivas operacional ou informacional, conforme apresentado abaixo:

- **Requisito 1:** A linguagem para modelar a adaptação em processos de negócio, sob as perspectivas organizacional ou informacional, deve fornecer elementos compatíveis com as perspectivas definidas.
- **Requisito 2:** A linguagem deve apresentar capacidade de extensão e possuir facilidade para manipulação por parte do usuário.
- **Requisito 3:** A linguagem deve possibilitar a integração de diferentes perspectivas em uma única modelagem.

Uma vez com os requisitos identificados, a segunda etapa definida na metodologia define que devem ser identificadas as operações aplicáveis para as perspectivas organizacional e informacional. Para alcançar este objetivo, foi realizada uma pesquisa por trabalhos que apresentassem definições ou motivações para operações de adaptação em processos de negócio sob a perspectiva organizacional ou informacional. Estes trabalhos são apresentados no capítulo 3.

A análise dos trabalhos relacionados demonstrou que, conforme discutido na Seção 3.5, as operações pertinentes para a adaptação de processos de negócio quando consideradas as perspectivas organizacional e informacional são Inserir, Juntar, Separar, Renomear, Excluir, Substituir, Copiar, Atualizar e Validar. Essas operações foram observadas através dos trabalhos apresentados na Seção 3.3. Entretanto, foi possível observar que as operações Copiar, Atualizar e Validar, do jeito que são descritas pelos autores, podem ser consideradas similares às operações Inserir e Renomear, não havendo necessidade de serem consideradas para a definição da extensão. Desta forma, as operações consideradas foram Inserir, Juntar, Separar, Renomear, Excluir e Substituir.

A próxima etapa da metodologia determina que seja considerado se o BPMN é a linguagem mais apropriada para a extensão. A opção por esta notação pode ser facilmente justificada por se tratar de uma linguagem que possui fácil entendimento pelos usuários e ampla utilização em processos de negócio, tanto no meio acadêmico, quanto na indústria [20, 30], cumprindo o exigido pelo Requisito 2. Além disso,

conforme apresentado na seção 2.3, o BPMN possui elementos descritivos para as perspectivas organizacional e informacional, correspondendo assim ao Requisito 1. O Requisito 3 também é correspondido pelo BPMN através de sua extensibilidade, presente a partir da versão 2.0 da linguagem de modelagem [21]. A escolha do BPMN também permite a integração da nova extensão ao meta-modelo da extensão BPMNt [25], permitindo assim que a extensão definida neste trabalho seja complementar a extensão de *tailoring* em BPMN. Desta forma, a terceira etapa da metodologia definida para este trabalho foi cumprida.

Dando prosseguimento ao desenvolvimento, foi realizada a quarta etapa da metodologia, cujo objetivo era identificar os elementos do BPMN que possuem relevância para a adaptação de processos de negócio. Para alcançar o objetivo definido, foi realizada a leitura dos trabalhos relacionados, apresentados no capítulo 2.

Conforme apresentado na Tabela 2.2, os elementos da notação que são referentes à perspectiva organizacional são *Pool* e *Lane*; enquanto para a perspectiva informacional os elementos são *Data Object*, *Data Input*, *Data Output*, *Data Store*, *Message Flow*, *Data Association* e *Association*. Nesta etapa do desenvolvimento, após a leitura dos artigos apresentados no capítulo 2, não foram encontrados exemplos ou motivações de adaptações para os elementos *Data Store*, *Message Flow*, *Data Association* e *Association*. Desta forma, optou-se por não incluí-los no escopo deste trabalho, uma vez que a utilização da adaptação destes elementos não pôde ser confirmada ou justificada. Ao final da quarta etapa do desenvolvimento da extensão, foram selecionados os elementos *Data Object*, *Data Input*, *Data Output*, *Pool*, e *Lane* para serem adotados pelo escopo de adaptações realizadas pela extensão BPMNt++.

Para estes elementos foi necessário identificar quais as restrições são impostas pela especificação do BPMN, levando à quinta etapa do desenvolvimento. Isso foi realizado através da análise das especificações contidas na especificação da notação [21]. Essa análise teve maior ênfase no relacionamento entre os elementos selecionados para o escopo da extensão BPMNt++ e os demais elementos definidos pelo BPMN, identificando a forma como eles interagem quando são adicionados ou excluídos, por exemplo. Esta ação foi realizada através de uma avaliação prática de adaptação de um conjunto de processos, detalhada a seguir.

Para a avaliação prática das restrições em adaptações de processo, foram elaborados exemplos *ad-hoc* de adaptação de processos, onde foram construídos um conjunto de processos para servirem de base para uma avaliação prática. Optou-se pela elaboração *ad-hoc* em função da dificuldade de se encontrar exemplos reais de processos de negócio, como também foi observado por PILLAT [25]. Esses processos foram definidos de maneiras variadas, possibilitando a combinação de diversos elementos do BPMN 2.0, buscando representar o maior conjunto possível de combinações de seus elementos e simular processos de negócio reais.

A Figura 4.1 exemplifica um dos cenários analisados durante esta etapa. Nela é possível ver o processo base, identificado pelo item (i); e o processo adaptado, identificado pelo item (ii). Neste exemplo, o processo foi adaptado através da operação de exclusão de artefato. É possível observar que o processo (ii) não é válido segundo a especificação do BPMN em função da associação do tipo *Data Association*, que ligava a “Tarefa 1” ao artefato, ter continuado existindo após a remoção do mesmo. A especificação do BPMN determina que a associação só deve existir entre artefato e algum outro elemento do BPMN, que deve ser do tipo *Activity*, *Sequence Flow*, ou *Event* [21]. Neste caso é necessário que, além da remoção do artefato, também ocorra a remoção da associação relacionado a ele, fazendo com que o processo apresentado na Figura 4.1, item (ii), seja considerado incorreto. Cenários como esse levaram ao entendimento de restrições do BPMN não especificadas ou ambíguas na sua definição, garantindo uma melhor definição da extensão BPMNt++.

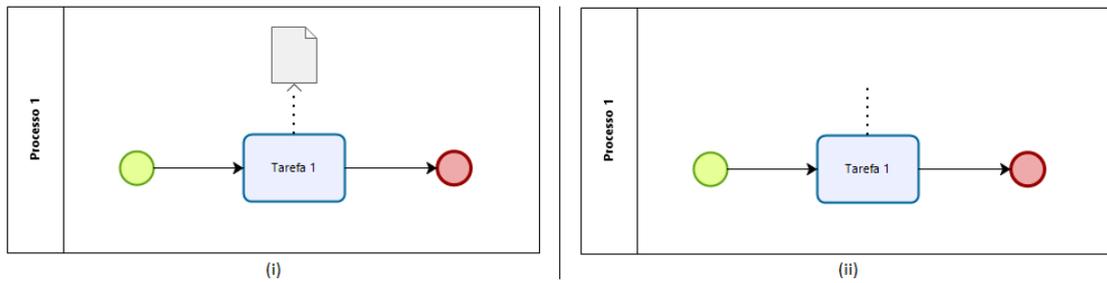


Figura 4.1: Exemplo *ad-hoc* de adaptação de processos utilizada para estudo das restrições e características dos elementos do BPMN 2.0, representando a exclusão de um artefato. Figura criada pelo autor.

Todas as restrições identificadas nesta análise foram registradas para reuso durante a elaboração deste trabalho, uma vez que precisaram ser levadas em consideração para a elaboração da extensão BPMNt++. Esta etapa foi de extrema importância para as demais etapas do desenvolvimento, já que apresentaram características importantes do BPMN que deverão ser mantidas após a aplicação das adaptações de processos que utilizarem a extensão BPMNt++.

Ao fim desta avaliação *ad-hoc*, foi possível determinar os elementos que serão trabalhados pela extensão BPMNt++, suas restrições, e operações envolvidas. As próximas etapas envolvidas na metodologia de desenvolvimento envolvem a parte conceitual da extensão, definindo seu meta-modelo e *XML Schema*.

4.4 Representação conceitual da extensão BPMNt++

Dando prosseguimento ao desenvolvimento da extensão, seguindo a metodologia definida na Seção 4.2, foi iniciada a definição dos parâmetros das operações da extensão. A definição desses parâmetros é importante para as operações de adaptação da extensão BPMNt++ por definir quais elementos serão envolvidos na operação e como ela deverá ser realizada.

Ao longo da quinta etapa do desenvolvimento da extensão, apresentado na Seção 4.3, utilizou-se um conjunto de adaptações de processos para o estudo e identificação de restrições aplicáveis durante a modificação de processos de negócio, exemplificado pela Figura 4.1. Terminada a avaliação das restrições, estes processos também foram utilizados para auxiliar na identificação dos parâmetros necessários para as operações, sendo alterados seguindo os exemplos ou motivações apresentados pelos trabalhos relacionados, descritos no Capítulo 3.

Os parâmetros foram definidos de acordo com a necessidade de cada operação, aplicada a cada elemento do BPMN 2.0. Para a inserção de um elemento do tipo *Lane*, por exemplo, é necessário definir a qual participante, representado pelo elemento do tipo *Pool*, ele estará associado. Já para a junção de dois artefatos, é necessário especificar os dois elementos da classe *ItemAwareElement* envolvidos nesta operação. Esse exercício foi realizado para todas as classes que representam as operações de cada elemento, resultando na lista de parâmetros necessários para a operação de adaptação, concluindo a sexta etapa do desenvolvimento.

Uma vez com os parâmetros definidos, iniciou-se a construção do meta-modelo da extensão BPMNt++. O meta-modelo da extensão BPMNt++ deve ser compatível com o meta-modelo do BPMN, e também compatível com o meta-modelo definido pela extensão BPMNt. Conforme descrito na Seção 2.4, o meta-modelo do BPMN 2.0 é extensível e permite que sejam adicionados parâmetros ou sub-classes que manipulem os elementos do BPMN. Desta maneira seria possível tornar a extensão BPMNt++ compatível com o BPMN apenas fazendo com que suas classes se relacionassem às classes dos elementos do BPMN. Isso também tornaria a extensão BPMNt++ compatível com a extensão BPMNt, uma vez que ambos utilizam como base o meta-modelo do BPMN.

Durante o planejamento do meta-modelo, foi observado que a reutilização de uma meta-classe do BPMNt é mais adequada, uma vez que a finalidade das extensões se difere apenas em relação às perspectivas consideradas. Outra vantagem dessa reutilização é que o meta-modelo do BPMNt, apresentado nas Figura 2.4 e Figura 2.5, já é compatível com o meta-modelo do BPMN, tornando-o ideal para a utilização na extensão BPMNt++.

Partindo do princípio da reutilização do modelo do BPMNt, inicialmente este trabalho tinha a expectativa de reutilizar até as meta-classes já existentes para descrever as operações. Isso permitiria que o BPMNt++ também possuísse uma classe *SerialInsert*, por exemplo. Essa expectativa visava não só reforçar a compatibilidade dos meta-modelos e operações das extensões, mas também facilitar o entendimento por parte do usuário ao reutilizar um modelo já existente. Entretanto esta reutilização não foi possível uma vez que fora identificada a necessidade de realizar diversas alterações nas descrições das operações do BPMNt para que se tornassem compatíveis com os elementos das novas perspectivas, alterando drasticamente o que fora definido para a extensão em trabalhos anteriores. Em função disso, foi selecionada apenas a super-classes *HighLevelOperation* do BPMNt para ser aproveitada pelo BPMNt++, acrescentando outras classes referentes às novas operações propostas pela nova extensão. Isso exige que todas as operações do BPMNt++ também sejam classificadas como operações de alto-nível.

Conforme apresentado na Seção 2.5, operações de alto-nível são definidas como sendo uma representação abstrata de um conjunto de operações básicas, tais como modificar ou suprimir, visando diminuir a complexidade de sua representação [25]. As operações descritas pela extensão BPMNt++ podem ser classificadas como de alto-nível por atenderem a descrição apresentada. Isso pode ser observado através da operação de exclusão de artefato, que compreende pelo menos duas operações básicas de supressão: uma para remover o artefato em si e outra para remover seus relacionamentos. Desta forma é possível a reutilização da super-classes *HighLevelOperation* do BPMNt para as operações do BPMNt++.

A super-classes *HighLevelOperation* apresenta dois parâmetros: *name*, no formato texto, e que visa a identificação da adaptação que foi realizada; e *motivation*, também no formato texto, e que fornece informações para entender o motivo da realização da operação [25]. Esses dois parâmetros são herdados por todas as subclasses de *HighLevelOperation*, garantindo a identificação e a rastreabilidade do motivo da adaptação.

Também visando a facilitação da utilização do meta-modelo do BPMNt++, tentou-se o desenvolvimento de uma única classe que representasse as operações da extensão, entretanto foi observado que as características das perspectivas envolvidas eram tão divergentes que a definição de uma única classe para todos os elementos complicaria demais a sua utilização, sobretudo na definição de parâmetros e pré ou pós-condições. Sendo assim, optou-se modelar uma classe para cada elemento e para cada operação.

O meta-modelo do BPMNt++, apresentado na Figura 4.2, foi modelado de forma a possuir 6 classes abstratas que representam as operações presentes na extensão: *Insert*, *Delete*, *Split*, *Merge*, *Move* e *Rename*. Estas classes herdaram os parâmetros da

classe *HighLevelOperation*. Cada uma das classes abstratas possui subclasses que representam as operações especializadas para cada um dos conjuntos de elementos do BPMN 2.0 e que pertençam às perspectivas organizacional ou informacional. Para esses elementos foram selecionados as classes *ItemAwareElement*, que representa os elementos *Data Object*, *Data Input* e *Data Output*; *Participant*, que representa o elemento *Pool*; e *Lane*, que representa o elemento *Lane*. Para facilitar a nomenclatura e o entendimento, as subclasses das operações referentes aos elementos das classes *ItemAwareElement* e *Participant* receberam os sufixos *Data* e *Pool*, respectivamente, ao invés de receber o nome de suas classes. Desta forma, a extensão BPMNt++ apresenta 16 meta-classes que representam as operações, apresentadas na Tabela 4.1, e sendo descritas a seguir:

1. *Delete Data*: Remover um elemento da classe *ItemAwareElement* de um processo, ou dos elementos *Pool*, *Activity*, *Event*, ou *Sequence Flow*. Apresentado na Figura A.1.
2. *Insert Data*: Inserir um elemento da classe *ItemAwareElement* em um processo, ou dos elementos *Pool*, *Activity*, *Event*, ou *Sequence Flow*. Apresentado na Figura A.2.
3. *Split Data*: Separar um elemento da classe *ItemAwareElement* em dois elementos da classe *ItemAwareElement* de mesmo tipo, associados ao mesmo elemento. Apresentado na Figura A.3.
4. *Merge Data*: Juntar dois elementos da classe *ItemAwareElement* de mesmo tipo em um único elemento da classe *ItemAwareElement* e de mesmo tipo, associados ao mesmo elemento original. Apresentado na Figura A.4.
5. *Replace Data*: Substituir um elemento da classe *ItemAwareElement* por qualquer outro elemento da classe *ItemAwareElement*, associados ao mesmo elemento. Apresentado na Figura A.5.
6. *Rename Data*: Alterar o parâmetro *name* de um elemento da classe *ItemAwareElement*, correspondente ao nome descritivo deste elemento, mantendo os demais parâmetros deste elemento inalterados. Apresentado na Figura A.6.
7. *Delete Pool*: Remover um participante do processo, representado por um elemento da classe *Participant*, e seus elementos associados. Apresentado na Figura 4.3.
8. *Insert Pool*: Inserir um participante no processo, acrescentando um elemento da classe *Participant* a sua execução. Apresentado na Figura A.7.

9. *Split Pool*: Separar um participante em dois novos participantes, que irão receber uma parte dos elementos associados ao participante original, dividindo assim a responsabilidade da execução. Apresentado na Figura A.8.
10. *Merge Pool*: Junção de dois participantes de forma a unificar a responsabilidade da execução do fluxo para um único participante. Apresentado na Figura A.9.
11. *Rename Pool*: Alterar o parâmetro *name* de um elemento da classe *Participant*, correspondente ao nome descritivo deste elemento, mantendo os demais parâmetros deste elemento inalterados. Apresentado na Figura A.10.
12. *Delete Lane*: Remover uma divisão de um participante do processo, representado por um elemento da classe *Lane*, movendo os elementos associados para um outro elemento da classe *Lane* ou diretamente para o participante do processo. Apresentado na Figura A.11.
13. *Insert Lane*: Inserir uma divisão de um participante no processo, podendo ou não receber elementos associados durante sua inserção. Apresentado na Figura A.12.
14. *Split Lane*: Separar uma divisão de um participante em duas novas divisões dentro deste mesmo participante, dividindo assim a representatividade da execução. Apresentado na Figura A.13.
15. *Merge Lane*: Junção de duas divisões de um participante, de forma a unificar a representação da execução do fluxo dentro deste participante. Apresentado na Figura A.14.
16. *Rename Lane*: Alterar o parâmetro *name* de um elemento da classe *Lane*, correspondente ao nome descritivo deste elemento, mantendo os demais parâmetros deste elemento inalterados. Apresentado na Figura A.15.

Após a definição do meta-modelo, optou-se por definir a especificação através de documento de especificação em formato *XML Schema Definition* em função da linguagem BPMN e da extensão BPMNt possuírem sua sintaxe definida da mesma maneira. Esse *XML Schema Definition* descreve a modelagem apresentada na Figura 4.2 e herda atributos do BPMN e do BPMNt. Por questão de espaço, este arquivo é apresentado no Apêndice H.

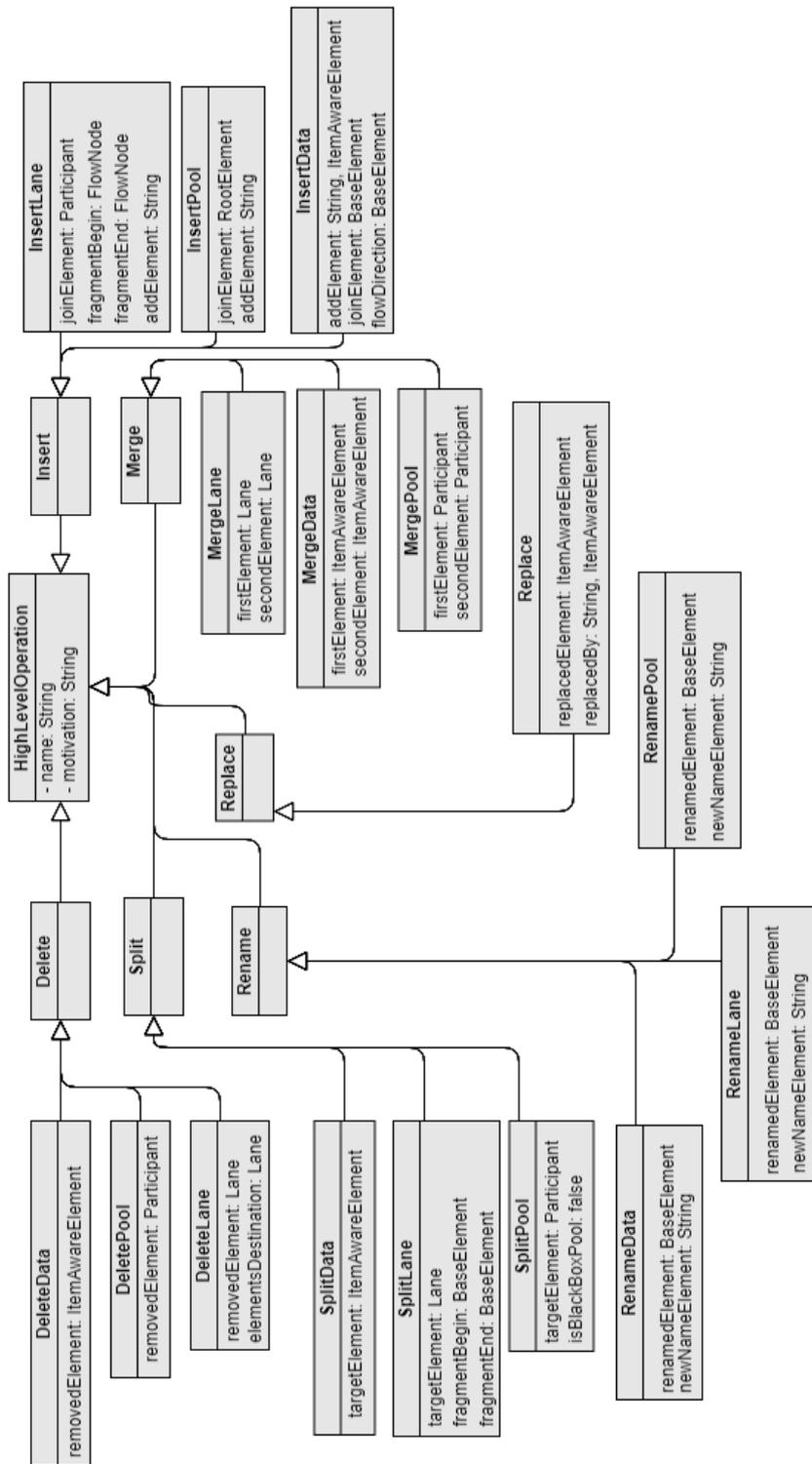


Figura 4.2: Meta-classes da extensão BPMN++. Figura criada pelo autor.

Tabela 4.1: Atributos e parâmetros definidos para as operações do BPMNt++

Classe	Parâmetro	Tipo do Atributo
DeleteData	removedElement	BPMN:ItemAwareElement
DeletePool	removedElement	BPMN:Participant
DeleteLane	removedElement	BPMN:Lane
SplitData	targetElement	BPMN:ItemAwareElement
SplitLane	targetElement	BPMN:Lane
SplitPool	targetElement	BPMN:Participant
	isBlackBox	Booleano
HighLevelOperation	name	Texto
	motivation	Texto
Rename	renamedElement	BPMN:BaseElement
Replace	replacedElement	BPMN:ItemAwareElement
	replacedBy	BPMN:ItemAwareElement
MergeLane	firstElement	BPMN:Lane
	secondElement	BPMN:Lane
MergeData	firstElement	BPMN:ItemAwareElement
	secondElement	BPMN:ItemAwareElement
MergePool	firstElement	BPMN:Participant
	secondElement	BPMN:Participant
InsertLane	joinElement	BPMN:Participant
InsertPool	joinElement	BPMN:RootElement
InsertDara	joinElement	BPMN:BaseElement

4.5 Catálogo de operações do BPMNt++

Após o desenvolvimento do meta-modelo e da documentação *XML Schema*, a última etapa da metodologia de desenvolvimento da extensão é o desenvolvimento do catálogo de operações do BPMNt++. Este catálogo, baseado na proposta definida pela extensão BPMNt [25], tem o objetivo de facilitar o entendimento das operações de adaptação da extensão BPMNt++ pelos seus usuários, uma vez que apenas pelo meta-modelo ou pelo *XML Schema* esse entendimento não seria possível.

O catálogo apresenta todas as operações descritas pelas classes do meta-modelo da extensão BPMNt++, aplicado a todos os elementos cobertos pela operação, conforme apresentado na Figura 4.2. O catálogo utilizou como base o catálogo de operações de alto-nível para o BPMNt, apresentado em PILLAT [25]. Desta forma, o catálogo de operações da extensão BPMNt++ apresenta a descrição dos seguintes itens relacionados às suas operações:

1. *Objetivo*: Descreve sucintamente qual o propósito da operação, de forma a explicar o funcionamento da operação para o usuário.
2. *Motivação*: Apresenta a descrição de um cenário que motiva a utilização da operação de adaptação proposta.

3. *Descrição*: Apresenta o detalhamento funcionamento da operação, explicando os parâmetros e atributos envolvidos em sua utilização. Pode apresentar brevemente a explicação de alguma restrição envolvida na operação.
4. *Elemento(s) associado(s)*: Apresenta o conjunto de elementos do BPMN 2.0 ao qual a operação pode ser aplicada.
5. *Parâmetro(s)*: Apresenta os parâmetros que deverão ser fornecidos para a operação de forma a identificar a adaptação que será realizada.
6. *Pré-condições*: Descreve as ações que devem ser desempenhadas antes e durante a aplicação da operação.
7. *Pós-condições*: Descreve as ações que devem ser desempenhadas após a aplicação da operação.
8. *Representação*: Apresenta graficamente um exemplo da operação realizada.
9. *Padrão relacionado ou padrão motivador*: Apresenta o padrão e o trabalho relacionado a esta operação. Também pode ser apresentado o padrão motivador, o qual fora observado em algum trabalho, mas não necessariamente através de uma operação explícita.
10. *Exemplo*: Apresenta um processo real, encontrado em outros trabalhos, onde é descrito e exemplificado o funcionamento da operação.

Todas as 16 operações descritas pelo BPMNt++ foram catalogadas seguindo os tópicos apresentados. A seguir é apresentada como exemplo do catálogo a definição da operação *Delete Pool*, responsável pela remoção de um participante em uma adaptação de um processo de negócios. O catálogo completo é apresentado no Apêndice A desta dissertação.

Delete Pool

Objetivo: Remover um participante na adaptação do processo base.

Motivação: Em alguns contextos de adaptação, a atuação de um participante no processo não é mais necessária, tornando-o dispensável para a obtenção do sucesso na execução do processo. Neste caso, há a necessidade de se remover o participante do processo para que a adaptação não leve mais em consideração as atividades desempenhadas por este ator.

Descrição: Uma variação do processo define um elemento do tipo Pool que removerá um participante da adaptação do processo base, definido através do parâmetro `removedElement`. Todos os elementos associados ao elemento do tipo Pool excluído também deverão ser excluídos do processo.

Elemento(s): Pool

Parâmetros: removedElement(BPMN:Participant)

Pré-condições:

1. Não há.

Pós-condições:

1. O processo adaptado deve possuir um evento de início e um evento de fim, mesmo após a exclusão da Pool selecionada;
2. Todos os elementos pertencentes ao elemento do tipo Pool também devem ter sido removidos do processo.

Representação:

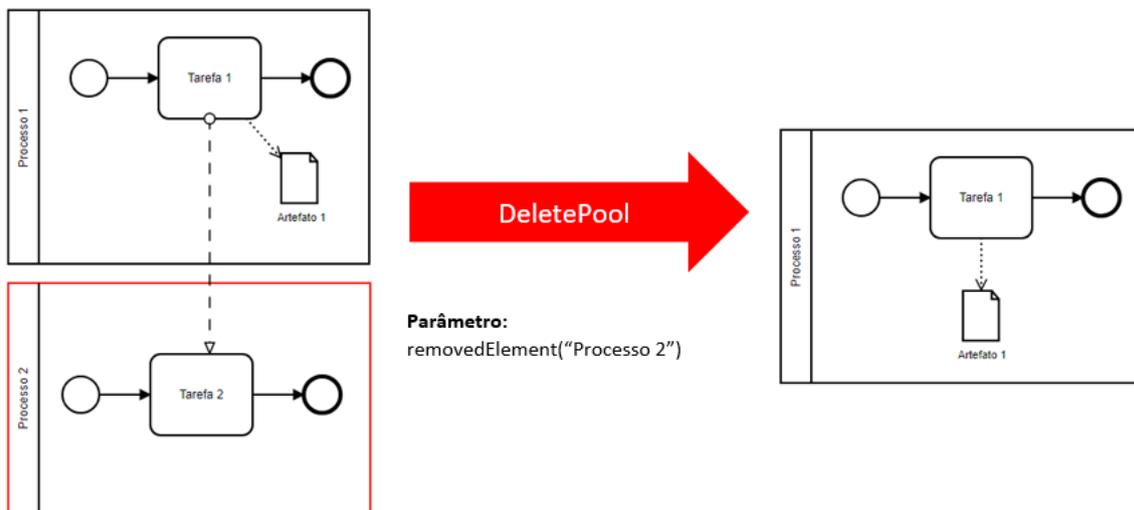


Figura 4.3: Representação da operação Delete Pool definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Approach to manage variability in Business Process (AYORA *et al.* [6])

Exemplo: Em uma adaptação do processo comprador-vendedor (KUNCHALA *et al.* [16]), a representação do processo envolvido no fornecedor do produto ao vendedor pode ser importante. Para tal há a necessidade de inserção do participante “Supplier” através da inserção de um elemento do tipo *Pool* de mesmo nome.

elemento até o artefato e/ou ligar o artefato até algum outro elemento. A direção da seta indica quem criou o artefato e quem gerou o mesmo.

O exemplo de processo ilustrado pela Figura 4.4 é utilizado por HAHN *et al.* [26] para ilustrar seus resultados, que visam uma melhoria na troca de informações entre os participantes do processo. Sua proposta de solução envolve unificar os artefatos como um único “ponto de dados”, que seria compartilhado com vários participantes, simplificando assim o processo e a troca de artefatos entre eles. Essa unificação dos artefatos é muito semelhante ao proposto pela operação *Merge Data* do BPMNt++, que pode reproduzir o mesmo resultado apresentado pelos autores.

Em sua demonstração, HAHN *et al.* [26] juntou todos os elementos do tipo *Data Object* pertencentes a um mesmo participante. Para simplificar a demonstração, foi escolhido para reproduzir essa condição apenas os artefatos “Video” e “Plot”, pertencentes ao participante “OpalMC”, associados a tarefa “Visualize Results”.

A operação *Merge Data* poderá ser aplicada nesta situação, segundo as especificações definidas no catálogo, pois os dois artefatos envolvidos na operação são do mesmo tipo (*Data Object*); e estão associados a um mesmo elemento (tarefa “Visualize Results”). Com as restrições cumpridas, a operação de fusão dos artefatos procederá da seguinte maneira:

1. Para esta operação, o parâmetro *firstElement* receberá como atributo o elemento do tipo *Data Object* identificado pelo nome “video”. Já o parâmetro *secondElement* receberá como atributo o elemento do tipo *Data Object* identificado pelo nome “plot”.
2. Durante a aplicação da operação, os dois elementos do tipo *Data Object* serão removidos, sendo inserido em seu lugar um único elemento do tipo *Data Object*.
3. O parâmetro *name* do novo elemento inserido no processo, originado da fusão dos artefatos, deverá ser a combinação do mesmo parâmetro para os dois elementos originais. Neste caso, o parâmetro *name* será definido como “video & plot”.
4. Como os artefatos estão associados a um elemento do tipo *Activity*, os dois conectores do tipo *Data Association* serão removidos, sendo substituídos por um único conector do tipo *Data Association* que terá a mesma origem e destino que os dois conectores removidos, mantendo assim os parâmetros de associação *transformation*, *assignment*, *sourceRef* e *targetRef*.

Ao final da operação *Merge Data*, os artefatos “video” e “plot” foram unificados, resultando em um único artefato nomeado “video & plot”. A Figura 4.5 ilustra como ficou o participante “OpalMC” após a aplicação desta operação. A Figura 4.6 demonstra o resultado obtido na adaptação apresentada em HAHN *et al.* [26].

Observe que, o resultado obtido em ambos os casos é muito semelhante, onde o artefato “sim_results”, apresentado na Figura 4.6 é equivalente ao artefato “video & plot” do modelo adaptado utilizando o BPMNt++. Por questões de modelagem e de implementação da solução proposta por HAHN *et al.* [26], a junção dos artefatos foi representada em outro participante. Entretanto, seu resultado é idêntico, uma vez que este artefato pode ser acessado por outros participantes, fazendo a sua localização na modelagem uma mera decisão do modelador.

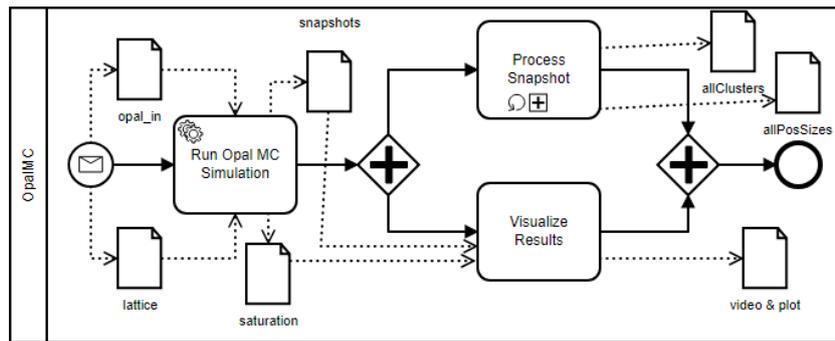


Figura 4.5: Representação de fragmento do processo de simulação de envelhecimento térmico obtido da área de ciência de materiais, demonstrando o resultado após a aplicação da operação “Merge Data” do BPMNt++. Figura criada pelo autor.

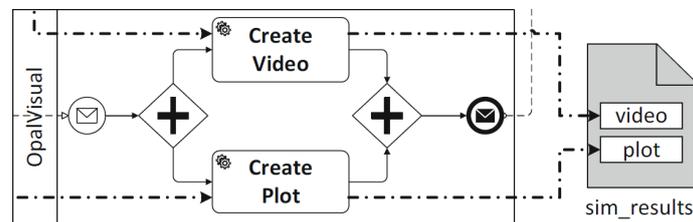


Figura 4.6: Fragmento da adaptação aplicada ao processo de simulação de envelhecimento térmico obtido da área de ciência de materiais em HAHN *et al.* [26]. Adaptado de HAHN *et al.* [26].

4.7 Ameaças à validade

Durante o desenvolvimento da extensão BPMNt++, este trabalho buscou seguir metodologias definidas por outras pesquisas, bem como se baseou em outros trabalhos para alcançar os resultados apresentados nesta dissertação. Mesmo assim, é possível identificar alguns pontos de ameaça à validade para definição da extensão BPMNt++, que são apresentados abaixo:

1. Para a identificação das restrições definidas para os elementos do BPMN, além da leitura de sua documentação, apresentada em [21], foi elaborada de forma

ad-hoc um conjunto de processos que serviram para a avaliação prática das restrições identificadas. Embora tenha havido o cuidado de elaborar um conjunto significativo de processos, das mais variadas complexidades e com as mais variadas combinações de elementos, não é possível afirmar que todos os cenários de adaptação de processos de negócio modelados em BPMN foram considerados para a definição das pré e pós-condições da extensão BPMNt++.

2. Embora a maioria das operações apresentadas na extensão BPMNt++ tenham sido obtidas explicitamente de trabalhos relacionados, algumas poucas operações tiveram sua motivação extraída de trabalhos que mostravam variações de processos, mas não identificavam ou descreviam as operações realizadas. Esta ausência da descrição da operação pode ter resultado na interpretação incorreta da adaptação realizada no trabalho relacionado.

A etapa apresentada na primeira ameaça à validade, embora importante para o resultado deste trabalho, não foi a única forma encontrada para a identificação das restrições, minimizando a possibilidade de falha ocasionada por esta etapa. Além disso, há 336 permutações possíveis apenas para os elementos do tipo *Task* no BPMN [20], demonstrando a complexidade de identificar todos as possíveis combinações para os elementos do BPMN.

Para a segunda ameaça à validade, a pesquisa realizada para a identificação das operações levou em consideração a definição apresentada em outros trabalhos encontrados durante a pesquisa, como as encontradas em KHELLADI *et al.* [14], PILLAT [25] e WEBER *et al.* [38]. Desta forma foi possível comparar as descrições da variação dos processos com as definições dadas por outros trabalhos, minimizando a chance de interpretação equivocada durante a identificação das motivações para as operações.

4.8 Conclusão

Este capítulo teve como objetivo apresentar as etapas do desenvolvimento da extensão BPMNt++. Esta extensão tem a finalidade de descrever as operações de adaptação em processos de negócio modelados em BPMN, quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional, conforme problema apresentado na Seção 1.2.

Seguindo as metodologias definidas por PEFFERS *et al.* [27], para planejamento e desenvolvimento da solução, e a metodologia definida por BRAUN e SCHLIETER [28] para a definição de extensões para processos de negócio, foram definidas e descritas 9 etapas de desenvolvimento da extensão. Estas etapas foram apresentadas na seção 4.2 e seguidas ao longo de todo o desenvolvimento da extensão.

As Seções 4.3, 4.4 e 4.5 apresentaram o planejamento, definição, meta-modelo, e sintaxe concreta da extensão, mostrando o processo de desenvolvimento e formalizando o BPMNt++. Nessas etapas foram demonstradas as motivações para as operações, bem como demonstrado como elas funcionam para a extensão.

Na Seção 4.6 foi apresentado um exemplo de aplicação da extensão BPMNt++ baseado no processo apresentado em [26]. Esse exemplo foi apresentado tanto como forma de mostrar o funcionamento da extensão, bem como comprovar o seu funcionamento. Para isso foi reproduzida a adaptação proposta por HAHN *et al.* [26] de fusão de artefatos. Ao fim do exemplo foi possível observar que a proposta de fusão elaborada pelo trabalho relacionado é reproduzida pela extensão BPMNt++, demonstrando assim o seu funcionamento para esta operação. Outras demonstrações da validade da extensão desenvolvida neste trabalho são apresentadas no Capítulo 6.

Este capítulo ainda apresenta, na Seção 4.7, as ameaças à validade da extensão desenvolvida neste trabalho. Foram identificadas três possíveis ameaças: a quantidade de trabalhos relacionados encontrados; os processos *ad-hoc* desenvolvidos para a avaliação prática das restrições do BPMNt++; e a identificação de motivações para algumas operações. Estas ameaças foram minimizadas através da realização de pesquisa por trabalhos que embasassem cada uma das premissas ou resultados obtidos.

A extensão BPMNt++ será utilizada para a identificação e mapeamento de adaptações em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional. No Capítulo 5 será apresentado ainda a notação gráfica desenvolvida para esta extensão.

Capítulo 5

Identificação de mudanças no processo utilizando a extensão BPMNt++

5.1 Introdução

Processos de negócio são adaptados , gerando múltiplas versões de um processo-base. Entretanto, identificar as modificações realizadas é uma tarefa complexa [8–12], resultando na perda de conhecimento, espaço de armazenamento, ou tempo de seus usuários [10].

Esse problema também ocorre quando são considerados os processos de negócio sob as perspectiva organizacional e informacional, sobretudo pela ausência de técnicas de adaptação aplicáveis para esse tipo de perspectiva. Entretanto, o desenvolvimento do BPMNt++ é capaz de auxiliar neste contexto, possibilitando a estruturação das adaptações aplicadas nestes processos.

Neste capítulo será apresentado uma abordagem de identificação de modificação de processos de negócio, sob a perspectiva organizacional ou informacional, utilizando o BPMNt++ como base para esta identificação.

5.2 Identificação de modificações em processos utilizando o BPMNt++

O desenvolvimento da extensão BPMNt++ permite que novas adaptações de processos sejam realizadas segundo sua definição, estruturando as operações envolvidas na modificação do processo. Entretanto, a adaptação de processos vem sendo realizada continuamente em ambientes de negócios [7, 13–16], muitas das vezes utilizando a notação BPMN para representar essas evoluções. Desta forma, adaptações passadas

não possuíam uma técnica para estruturar as modificações, sendo de responsabilidade do próprio adaptador o processo identificar a origem e versionar a adaptação realizada.

Como já discutido anteriormente nos Capítulos 1 e 4, o BPMN não possui uma definição para a estruturação de modelagem de adaptações de processos, independente da perspectiva analisada. Em função disso, perdem-se informações relevantes após a adaptação, como processo de origem, alterações realizadas, etc. Mesmo que o usuário queira realizar essa estruturação, ela poderá ser realizada de maneira incompleta ou incorreta. Desta forma, estruturar as adaptações de processos que foram modelados em BPMN tem sua importância para a recuperação dessas informações e permitir a identificação de possíveis melhorias no processo.

Conforme apresentado na seção 3.4, os trabalhos selecionados nesta pesquisa identificam as mudanças entre processos através de abordagens baseadas na teoria dos grafos [8–10], técnicas de mineração de processos [46, 47], ou em técnicas de visualização da diferença entre processos [11, 12, 52]. Especialmente para processos de negócio, a técnica mais utilizada para comparação é através da análise delta, onde dois modelos do processo são utilizados para a realização da comparação [12, 53]. Para o BPMN, por possibilitar a modelagem de processos através do formato XML, é possível utilizar a técnica de comparação delta diretamente neste arquivo, apresentando as modificações nos processos através da comparação entre dois XML similares [53, 54].

Apesar de identificar as diferenças entre dois processos, a técnica delta sozinha não descreve as operações realizadas para a adaptação do processo, se restringindo a identificar as diferenças sintáticas entre os arquivos. Isso torna sua aplicação extremamente limitada, sobretudo para processos de negócio com muitas modificações, uma vez que o resultado textual da técnica dificulta o processo de análise das mudanças. Além disso, visualizar graficamente o processo transmite a informação com maior eficácia [11, 47, 55–57], aumentando a capacidade de perceber problemas e sugerir melhorias no processo [11].

Ao longo deste trabalho foi observado que o BPMNt++ possui potencial para contribuir com o mapeamento das modificações realizadas em processos de negócio, quando observados sob as perspectivas organizacional ou informacional. Esta capacidade do BPMNt++ pode ser utilizada para alcançar o Objetivo Específico 3, descrito na Seção 1.4.

Para alcançar este objetivo, foi desenvolvida uma técnica baseada nos seguintes requisitos:

- **Requisito 1:** Possibilitar a identificação de adaptações de processos de negócio analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional, estruturando as operações apresentadas;

- **Requisito 2:** Permitir ao adaptador do processo uma rápida identificação das modificações realizadas, através de etapas de fácil execução;
- **Requisito 3:** Ser aplicável a qualquer comparação entre versões de processos modelados segundo a notação BPMN.

Com os requisitos definidos, iniciou-se a análise do Problema 2, definido na Seção 1.2, e das soluções apresentadas nos trabalhos relacionados, sobretudo os apresentados na Seção 3.4. Através desta análise foi possível observar pontos positivos e negativos das soluções, aproveitando-os para o desenvolvimento desta proposta.

Inspirado pela primeira etapa do algoritmo de WANG *et al.* [10], pela identificação do fluxo entre atividades realizado por KRIGLSTEIN *et al.* [12] e pela técnica de identificação de diferenças de KÜSTER *et al.* [45], foi possível observar que a primeira etapa da técnica deve estar relacionada a identificação das diferenças entre os processos. Esta etapa pode ser cumprida de maneira visual, através da visualização da modelagem do processo, ou através de uma ferramenta de comparação de XML que utilize a análise delta para identificar as diferenças, sendo seu resultado utilizado para a identificação das operações.

Ainda utilizando o trabalho de KRIGLSTEIN *et al.* [12] como inspiração, é possível observar que após a identificação das modificações, é necessário formalizar as operações que ocorreram no processo antes de efetivamente apresentar os resultados. Isso pode ser feito em duas etapas: identificar as operações realizadas e formalizar sua composição.

Identificar operações pode não ser uma tarefa simples para muitos usuários de processos. Através da observação de trabalhos como WANG *et al.* [10], GALL *et al.* [11] e KRIGLSTEIN *et al.* [12], identificar operações como Inserir, Excluir ou Renomear são mais fáceis do que operações como Substituir, Juntar ou Separar. Para auxiliar nesta tarefa, foi elaborado um processo de decisão para auxiliar o usuário na definição da operação que ocorreu no processo. Esse fluxo de decisão pode ser analisado na Figura 5.1. Desta forma, o usuário pode seguir essas etapas para determinar as operações que ocorreram no processo.

Após identificar as operações realizadas, a formalização das operações realizadas nos processos pode ser feita através das especificações da extensão BPMNt++. Para isso o usuário deverá analisar quais os elementos envolvidos nas operações, descrevendo-os seguindo a descrição dos parâmetros das operações, disponível no Apêndice A.

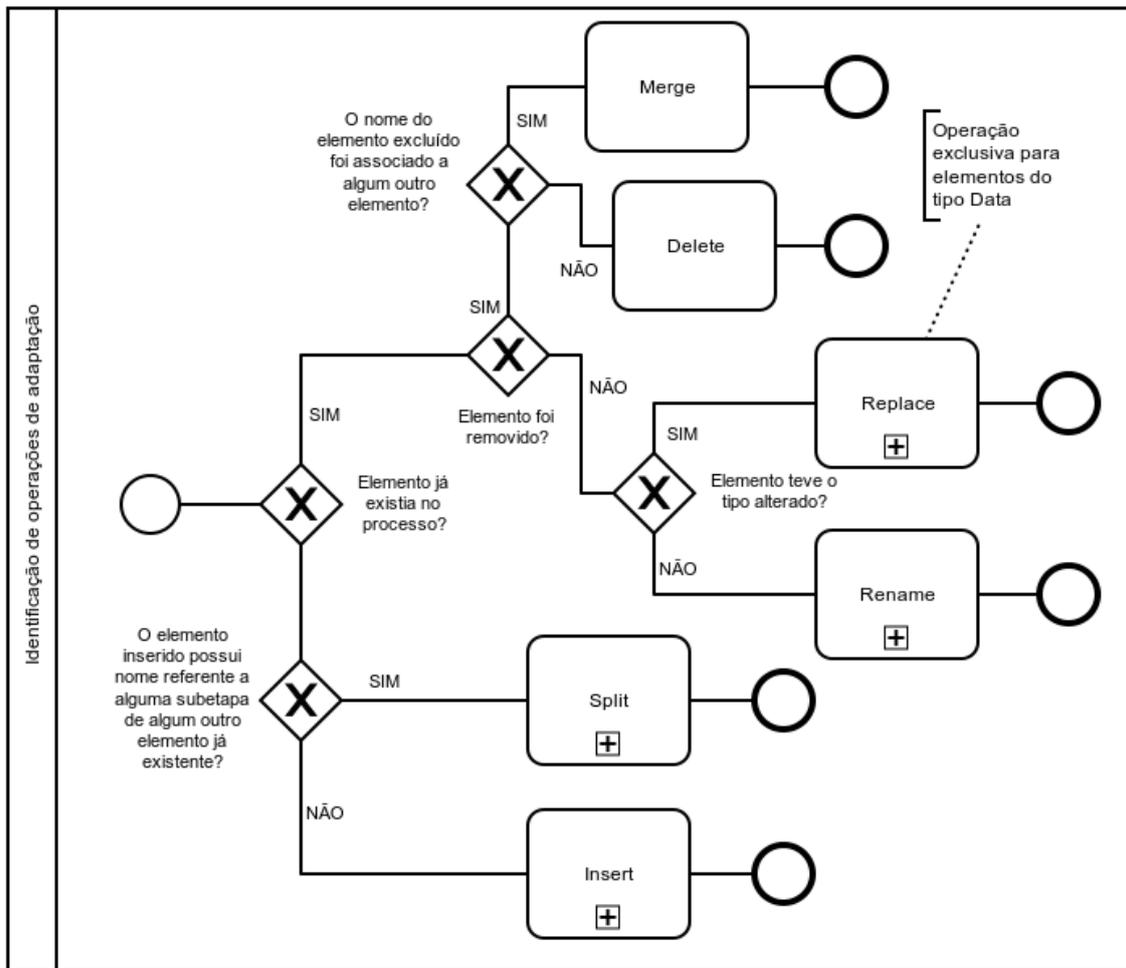


Figura 5.1: Processo de decisão da operação de adaptação ocorrida no processo. Figura criada pelo autor.

Com as etapas anteriores concluídas, foi observado que os trabalhos de GALL *et al.* [11], KRIGLSTEIN *et al.* [12] e KOPPEL *et al.* [49] exibem seus resultados através de visualização gráfica, facilitando a identificação das diferenças pelo usuário. Desta forma, a última etapa do processo de mapeamento de adaptações deve envolver a visualização gráfica das mudanças no processo, possibilitando uma rápida identificação das modificações ocorridas entre as versões.

Após esta análise, o processo de identificação de adaptação de processos envolve 4 etapas, que são ilustradas na Figura 5.2 e descritas abaixo:

1. *Identificar mudanças no processo:* Nesta etapa serão identificadas as modificações realizadas entre o processo original e o processo adaptado. Esta tarefa recebe como entradas dois processos modelados em BPMN: o processo base e o processo adaptado.

2. *Identificar operações de adaptação:* Uma vez identificadas as alterações apresentadas nos modelos, há a necessidade de se identificar as operações que geraram o processo adaptado. Para isso pode ser seguido o processo de decisão de operações, apresentado na Figura 5.1.
3. *Descrever operações através da extensão BPMNt++:* Com as operações identificadas, esta etapa tem o objetivo de estruturá-las seguindo o padrão definido pela extensão BPMNt++. Serão identificados os parâmetros das operações envolvidas, bem como a avaliação da conformidade das adaptações com o especificado pela extensão BPMNt++. Esta etapa pode ser realizada manualmente ou através de uma ferramenta de apoio.
4. *Apresentar visualmente as modificações identificadas:* Através de uma representação gráfica, é construído um modelo que representa as modificações realizadas que diferem o processo base do processo adaptado. Também é fornecida uma lista de adaptações realizadas. Para esta etapa, pode ser utilizada a ferramenta de apoio apresentada na Seção 5.5.

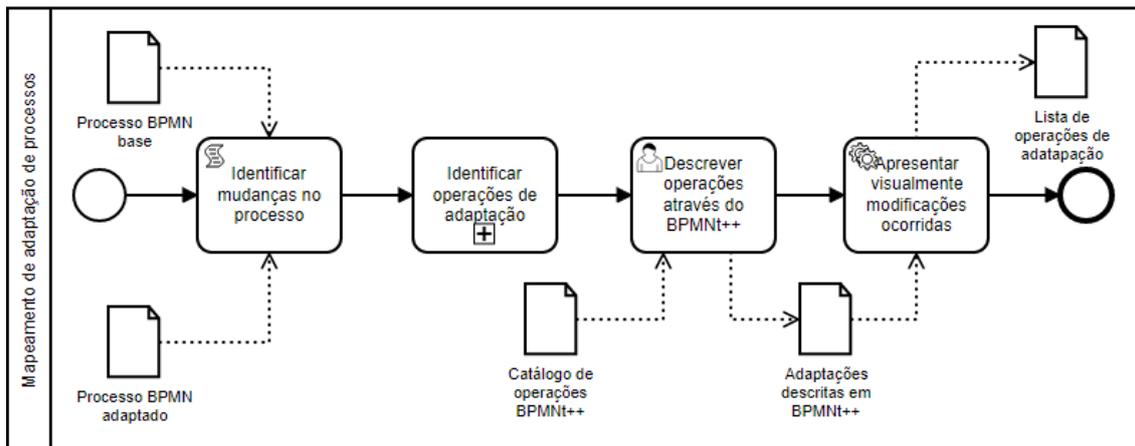


Figura 5.2: Processo elaborado para mapeamento de modificações utilizando a extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Após a elaboração deste método conceitual foi observado que a extensão BPMNt++ pode ser aplicada com sucesso para as 3 primeiras etapas. Entretanto, por não possuir uma representação gráfica, o BPMNt++ não consegue auxiliar totalmente na quarta etapa. Em função disso, foi criada uma representação gráfica para a extensão, conforme apresentado na Seção 5.3.

5.3 Representação gráfica do BPMNt++

Uma das grandes vantagens do BPMN é a sua notação de processos de fácil entendimento e modelagem [20, 30–32]. Essa representação gráfica também apresenta a possibilidade de ser estendida, permitindo alterações na representação dos elementos da notação [20, 21]. Desta forma, é possível criar uma extensão gráfica do BPMN que seja aplicável ao BPMNt++.

Por ser uma notação amplamente conhecida e utilizada por diversas áreas de domínio para a modelagem de processos de negócio, alterar significativamente a notação do BPMN não é uma boa prática [28]. Desta forma, a representação gráfica do BPMNt++ tem que representar suas operações de maneira simples, sem atrapalhar o entendimento do processo. Para alcançar este objetivo, utilizou-se a pesquisa de GALL *et al.* [11] como base.

Conforme apresentado na Seção 3.4, o trabalho de GALL *et al.* [11] conduziu um estudo para visualização de diferenças em processos de qualquer tipo. Sua conclusão foi a de que tanto o uso de símbolos, quando o uso de cores para representar as modificações são os mais indicados para a representação de diferenças em processos, já que ambos obtiveram resultados tecnicamente idênticos em sua experimentação. As duas formas de visualização podem ser observadas na Figura 5.3, sendo o item (i) representando a abordagem por símbolos; e o item (ii) representando a abordagem por cores.

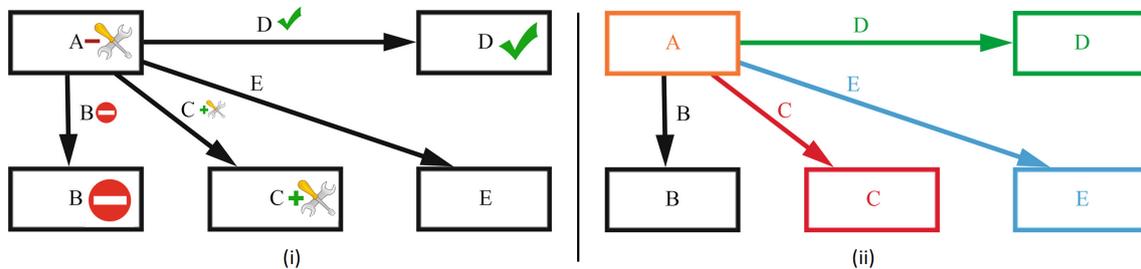


Figura 5.3: Exemplo de visualizações testadas por GALL *et al.* [11]. Adaptado de GALL *et al.* [11].

Apesar de GALL *et al.* [11] ter adotado uma solução híbrida de cores e símbolos para a visualização de processos nas próximas etapas de seu trabalho [48], a visualização por cores é a que menos altera o processo, já que não há alterações na notação dos elementos. Desta forma, e sabendo que os resultados obtidos para ambas as visualizações foram muito semelhantes, foi decidido que a abordagem que será adotada para a representação gráfica do BPMNt++ será semelhante a abordagem de cores apresentada em GALL *et al.* [11].

A proposta de GALL *et al.* [11] define que o uso das cores verde, azul, amarelo e vermelho, representando respectivamente as ações de inserção, incremento, decremento e exclusão. Para o BPMNt++ é possível correlacionar a essas ações à operação de adaptação. Assim sendo, a ação de inserção é muito semelhante a operação *Insert* do BPMNt++, definido para ela a cor verde. As ações de incremento, decremento e exclusão são similares às operações do BPMNt++ *Split*, *Merge* e *Delete*, definidas as cores azul, amarelo e vermelho, respectivamente, para essas operações.

As operações *Rename* e *Replace* não possuem correspondência em relação ao trabalho desenvolvido por GALL *et al.* [11]. Diante desta situação, foi definido que as cores para essas operações seriam escolhidas de forma *ad-hoc*. Após uma análise das possibilidades, utilizando uma ferramenta de edição de imagens como fonte de consulta, foram selecionadas as cores laranja para a operação *Rename*; e roxo para a operação *Replace*. Essas cores foram escolhidas na tentativa de evitar confusões com as outras cores já selecionadas.

Após a seleção das cores, foi elaborada a Tabela 5.1 para representar uma legenda consolidada das operações e cores associadas a elas.

Tabela 5.1: Legenda de cores aplicada às operações do BPMNt++.

Cor	Operação
Verde	Insert (Data, Pool e Lane)
Azul	Split (Data, Pool e Lane)
Amarelo	Merge (Data, Pool e Lane)
Vermelho	Delete (Data, Pool e Lane)
Laranja	Rename (Data, Pool e Lane)
Roxo	Replace (Data)

Uma vez definida a forma como será representado graficamente as operações do BPMNt++, resta a definição da extensão da parte gráfica do BPMN, gerenciada pelo padrão BPMN DI [21]. De forma similar ao realizado na Seção 4.4, a definição da extensão ao BPMN DI será realizada através de um documento *XML Schema Definition*. Entretanto, ao invés de associar uma nova classes ao meta-modelo do BPMN DI, esta extensão irá incluir o atributo “BPMNtppOperation” aos elementos do BPMN DI. O resultado desta definição da extensão gráfica está disponível no Apêndice I.

A Figura 5.4 exemplifica brevemente o funcionamento da notação gráfica aplicada às operações de adaptação da extensão BPMNt++. Neste exemplo é possível observar que a aplicação da operação *RenamePool*, renomeando o participante de “Participante A”, para “Participante B”. Outras três operações também podem ser

observadas: *SplitData*, aplicada ao artefato “Artefato A”; *InsertData*, aplicada à tarefa “Tarefa A”; e *DeleteData*, removendo o artefato “Artefato B”.

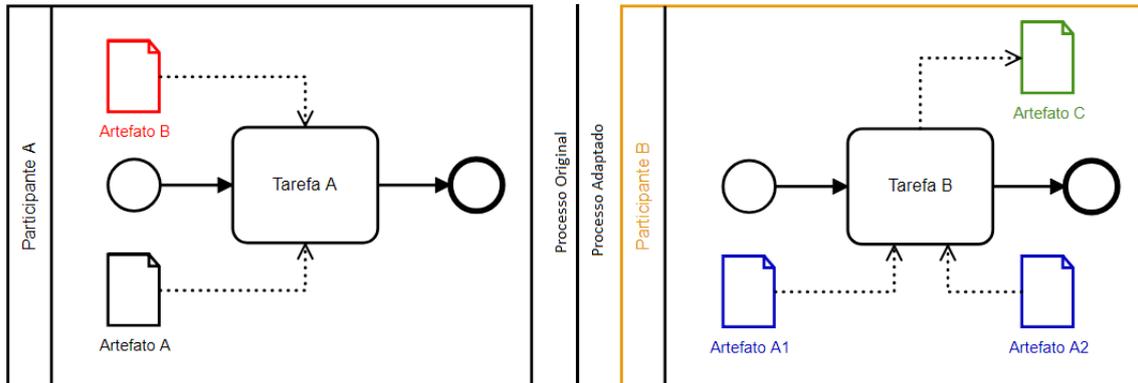


Figura 5.4: Exemplo de representação gráfica das operações de adaptação da extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Observe que, na Figura 5.4, a remoção do artefato “Artefato B” é exibida no processo original e não no processo adaptado. Isso foi necessário para que não houvesse modificações sintáticas significativas no processo adaptado, já que representar um artefato que não existe causaria confusão nos usuários. Desta forma, a representação gráfica das operações de adaptação da extensão BPMNt++ exigem que seja apresentado tanto o processo base, quanto o processo adaptado. Essa forma de representação também é discutida na Seção 6.4.

5.4 Demonstração prática da técnica de identificação de adaptações

Com a elaboração da representação gráfica para as operações definidas pelo BPMNt++, apresentada na Seção 5.3, todas as 4 etapas do método de mapeamento de adaptações em processos de negócio, quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional, possuem elementos suficientes para serem executados, conforme apresentado na Seção 5.2. Desta forma, é possível apresentar um exemplo prático de adaptação em processos de negócio que seja capaz de demonstrar o funcionamento deste método. Para isso, foi escolhido o processo de *check-in* de passageiros em companhias aéreas europeias, descrito por AYORA *et al.* [15].

AYORA *et al.* [15] apresenta 6 variações do processo de *check-in* de passageiros em companhias aéreas, cada qual aplicável a uma variação do contexto de confirmação de embarque e o destino da viagem a ser realizada. Para a demonstração, foram escolhidas as variações 2 e 3, que são apresentadas nas Figuras 5.5 e 5.6, e

representam o processo de *check-in* realizado online e através de máquina de auto-atendimento, respectivamente.

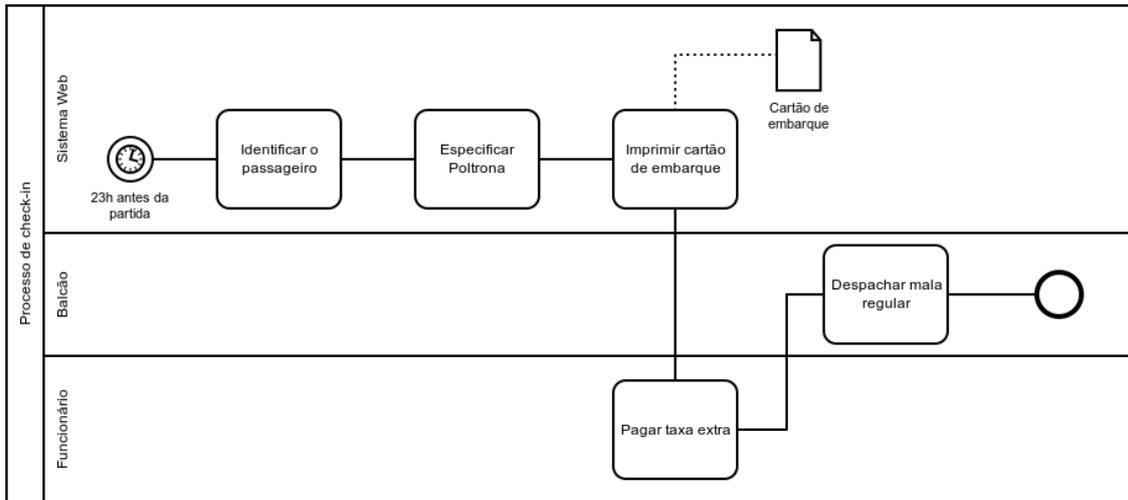


Figura 5.5: Processo de *check-in* de passageiros realizado através de auto-atendimento online. Adaptado de AYORA *et al.* [15].

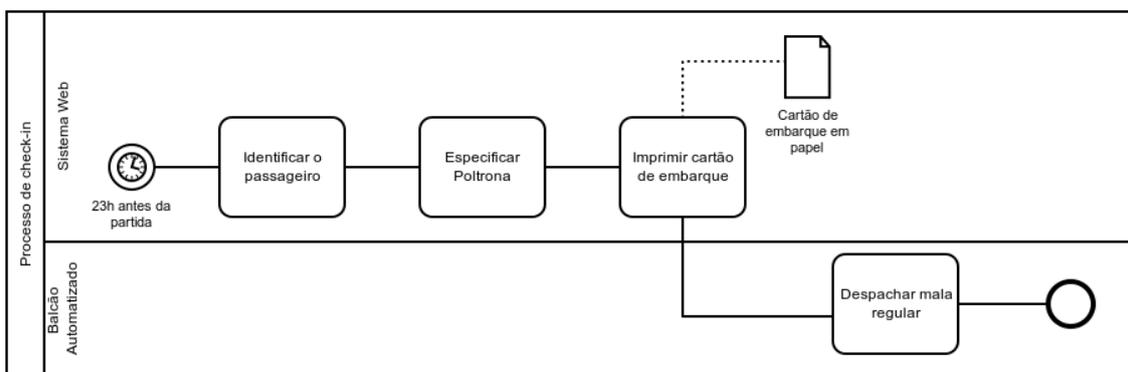


Figura 5.6: Processo de *check-in* de passageiros realizado através de máquina de auto-atendimento. Adaptado de AYORA *et al.* [15].

Seguindo a metodologia definida na Seção 5.2, a primeira etapa envolve a identificação das modificações ocorridas entre as versões do processo. Para isso, há a necessidade de que um processo seja a evolução do outro. Isso ocorre neste exemplo, onde o *check-in* automatizado pode ser considerado uma evolução do *check-in* realizado online. Isso pode ser observado através do evento de início e de fim serem do mesmo tipo e apresentarem as mesmas restrições. Outro ponto importante que demonstra essa relação entre os processos é o fato de que a primeira e a última tarefa

são idênticas em ambos os processos, gerando portanto o mesmo resultado ao final de sua execução.

A análise das diferenças pode ser realizada por meio de diferentes técnicas, mas por se tratarem de processos simples e para simplificar este exemplo, esta etapa será realizada de modo *ad-hoc* nesta demonstração. Para isso, será analisado elemento a elemento do processo, buscando identificar as mudanças ocorridas entre as versões do processo de *check-in*.

Analisando os dois processos, é possível observar que a ausência da divisão “Airline ticket office” e da tarefa “Pay extra fee”. Desta forma é possível concluir que ambos os elementos foram removidos durante a adaptação deste processo. Outra modificação que é possível observar é a troca do nome descritivo da divisão “Economy class counter”, passando a ser chamado de “Fast bag drop counter” nesta variação. Também houve a renomeação do artefato “Eletronic boarding card”, que passou a ser descrito como “Paper boarding card” quando o passageiro faz o check-in através da máquina de auto-atendimento. Os demais elementos são idênticos entre as variações apresentadas, não havendo modificações neles.

As modificações identificadas podem ser classificadas através de operações de adaptação. Seguindo o processo de decisão da operação de adaptação ocorrida no processo, apresentada na Figura 5.1, é possível determinar que a ausência da divisão “Airline ticket office” e sua tarefa associada podem ser classificados através da aplicação da operação *Delete*. Já a troca da descrição da divisão “Economy class counter” e do artefato “Eletronic boarding card” podem ser explicados através da operação *Rename*.

Para identificar quais as operações de adaptação do BPMNt são mais apropriadas para representar as alterações identificadas no processo, deve-se observar em quais elementos ocorreram as alterações. No caso da operação *Delete*, ela ocorreu em conjunto a um elemento do tipo *Lane*, sendo a operação do BPMNt++ mais apropriada para essa situação a *DeleteLane*. Para o caso das operações *Rename*, elas foram aplicadas em elementos do tipo *Data* e *Lane*, correspondendo às operações *RenameData* e *RenameLane* da extensão BPMNt++.

Com as operações identificadas, a próxima etapa determina que as operações sejam descritas seguindo a especificação da extensão BPMNt++. Desta forma devem ser descritos os parâmetros envolvidos nas operações, bem como a verificação da validade das adaptações realizadas.

Analisando o catálogo de operações disponível no Apêndice A, é possível observar que para a operação *DeleteLane*, é necessário que o parâmetro “removedElement” receba como atributo um elemento da classe *Lane* do BPMN. Neste caso, o atributo será preenchido por uma referência à Lane “Airline ticket office”. Como o conteúdo desta *Lane* também será excluído, o parâmetro “newOwnerElements” não

será preenchido. Após a definição dos parâmetros, é possível identificar que as pré e pós-condições para a operação *DeleteLane* foram cumpridas, seguindo o definido pelo catálogo do BPMNt++.

Para a operação *RenameLane*, dois parâmetros precisam ser preenchidos: “renamedElement”, que recebe como atributo um elemento da classe *Lane* do BPMN; e “newNameElement”, que recebe o novo nome do elemento selecionado. No caso desta demonstração, o parâmetro “renamedElement” receberá como atributo o elemento *Lane* com o nome “Economy class counter”. Já o parâmetro “newNameElement” receberá como atributo o texto “Fast bag drop counter”. A única pré-condição desta operação é cumprida, já que não existe nenhum outro elemento do tipo *Lane* que possua o nome definido para o parâmetro “newNameElement”.

Já para a operação *RenameData*, dois parâmetros precisam ser preenchidos: “renamedElement”, que recebe como atributo um elemento da classe *ItemAwareElement* do BPMN; e “newNameElement”, que recebe o novo nome do elemento selecionado. Neste exemplo o parâmetro “renamedElement” receberá o artefato “Eletronic boarding card” como atributo”. Já o parâmetro “newNameElement” receberá como parâmetro o texto “Paper boarding card”. Ambas as restrições apresentada como pré e pós-condições para a operação são cumpridas, já que a tarefa ao qual este artefato está associado não possui outro artefato associado, e não houve alteração em nenhum outro atributo do elemento *Data Object* no processo.

A Tabela 5.2 apresenta um resumo das operações, parâmetros e atributos envolvidos na adaptação do processo de *check-in* analisado nesta seção.

Tabela 5.2: Lista de operações de adaptação utilizadas nas variações do processo de *check-in*

Operação	Parâmetro	Atributo
DeleteLane	removedElement	BPMN:Lane(“Airline ticket office”)
RenameLane	renamedElement	BPMN:Lane(“Economy class counter”)
	newNameElement	“Fast bag drop counter”
RenameData	renamedElement	BPMN:ItemAwareElement(“Eletronic boarding card”)
	newNameElement	“Paper boarding card”

A última etapa da técnica de identificação de modificações, utilizando a extensão BPMNt++ como base para identificar as adaptações envolvidas, determina que seja apresentada visualmente as alterações entre as versões do processo. Com as operações definidas e a representação gráfica das operações do BPMNt++, demonstrada na Seção 5.3, deve-se marcar a *Lane* “Airline ticket office” com a cor vermelha, indicando sua remoção; e a *Lane* “Fast bag drop counter” e o *Data Object* “Paper

boarding card” serão marcados com a cor laranja, seguindo o definido na Tabela 5.1. É importante observar que a operação *Rename* é apresentada no processo adaptado, enquanto a operação *Delete* é representada no processo base. Isso é necessário para não alterar significativamente a modelagem definida pelo BPMN, impossibilitando que a exclusão seja demonstrada na versão adaptada. Desta forma, é sempre necessário que a visualização das operações do BPMNt++ seja realizada apresentando o processo base e o processo adaptado de forma simultânea. A Figura 5.7 apresenta o resultado final desta técnica. A discussão sobre a forma de representar a exclusão terá seus resultados discutidos na Seção 6.4.

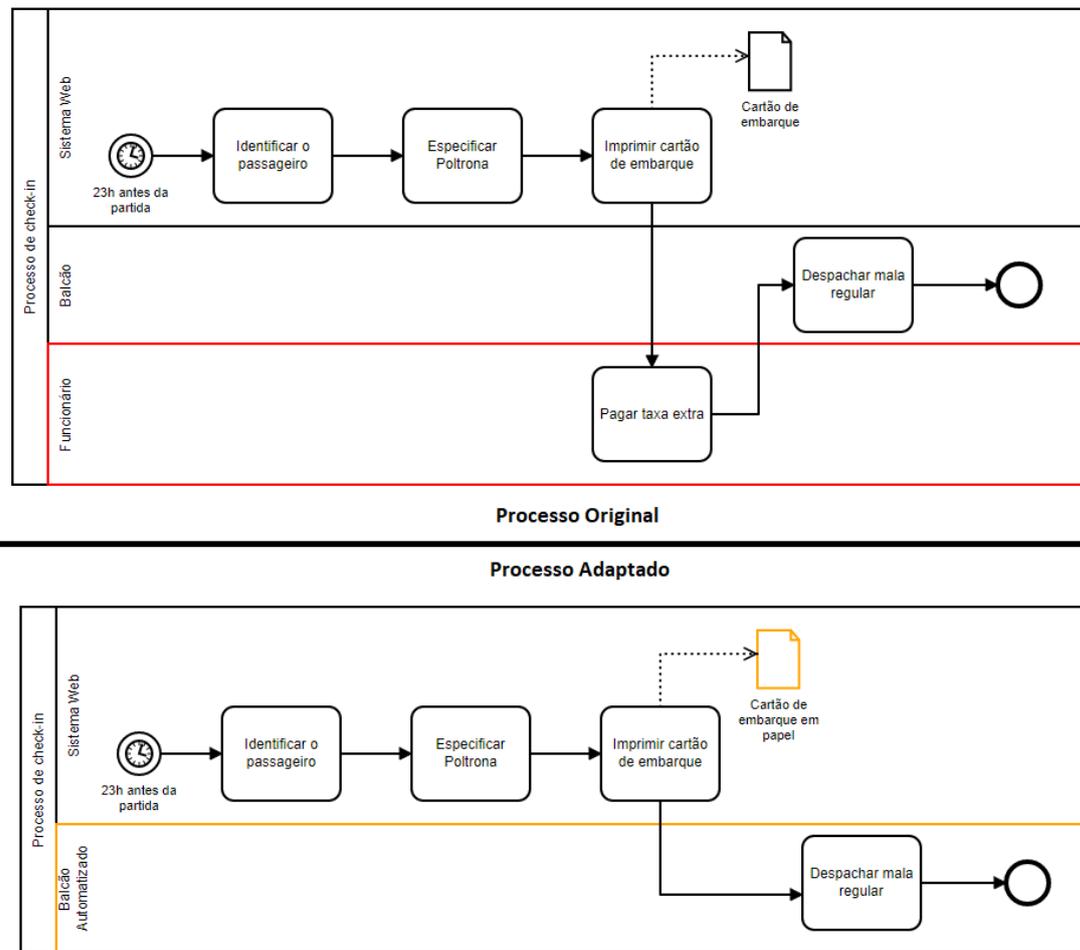


Figura 5.7: Representação gráfica das operações do BPMNt++ identificadas na demonstração do mapeamento de modificações. Figura criada pelo autor.

Este exemplo auxilia na demonstração do funcionamento e da validade do método de mapeamento de modificações em processos de negócio, quando observados pelas perspectivas organizacional e informacional. Entretanto, este exemplo também possibilitou identificar a dificuldade da realização destas etapas quando os processos possuem muitas modificações entre si. Também haverá dificuldade em reproduzi-

lo quando os processos forem complexos, com muitos elementos, decisões, etc. Para auxiliar neste sentido, a Seção 5.5 apresenta uma ferramenta automatizada, baseada nas operações de adaptação da extensão BPMNt++, que realiza as etapas desta técnica de identificação de adaptações para quaisquer duas versões de um processo modelado em BPMN.

5.5 Ferramenta de identificação automatizada de modificações em processos

Com o objetivo de automatizar o processo de mapeamento de modificações de processos utilizando a extensão BPMNt++, apresentado na Seção 5.2, foi elaborado um protótipo de ferramenta que apresenta graficamente as adaptações realizadas entre duas versões de um processo modelado em BPMN. Esta ferramenta foi elaborada de forma a facilitar a aplicação da técnica desenvolvida por este trabalho, automatizando todas as tarefas de comparação, identificação de operações e exibição gráfica da diferença entre os processos.

Afim de guiar a construção do protótipo da ferramenta, foram elaborados os seguintes requisitos:

- **Requisito 1:** A ferramenta deve ser capaz de receber como entrada duas versões de um mesmo processo modelado em BPMN, e apresentar as modificações ocorridas, seguindo a técnica de identificação de adaptações utilizando a extensão BPMNt++;
- **Requisito 2:** A ferramenta deve apresentar uma interface gráfica amigável e de simples visualização, auxiliando seu usuário a identificar as modificações;
- **Requisito 3:** A ferramenta deve identificar as adaptações que ocorreram, auxiliando o usuário a determinar a origem da adaptação e seu resultado;
- **Requisito 4:** A ferramenta deve ser desenvolvida em código aberto e permitir sua execução em múltiplas plataformas.

Para a implementação do protótipo da ferramenta e dos requisitos definidos, optou-se por reutilizar parte do código disponibilizado pelo projeto bpmn-js¹. O bpmn-js é modelador de processos em BPMN, desenvolvido de forma colaborativa e em código aberto, que utiliza a linguagem JavaScript para definir suas funções. Por utilizar essa linguagem de programação, este projeto pode ser acessado via navegador Web, permitindo que dispositivos de diferentes plataformas e sistemas operacionais

¹<https://github.com/bpmn-io/bpmn-js>

possam utilizá-lo. Esse modelador possui uma interface gráfica baseada no conceito clica-e-arrasta, amplamente utilizado para facilitar a experiência do usuário na utilização do sistema. O reuso de seu código possibilitou um desenvolvimento mais rápido do protótipo, além de aproveitar algumas funcionalidades já prontas, como a interface gráfica desenvolvida para o BPMN. O projeto bpmn-js possui licença de reuso própria, permitindo o reaproveitamento de seu código para qualquer finalidade mediante a exibição da logomarca do projeto no canto inferior direito da aplicação.

O bpmn-js é uma ferramenta que permite tanto a modelagem em BPMN de um novo processo, quanto a edição de um processo já existe. Entretanto, optamos por remover ambas as funcionalidades para evitar que o usuário faça modificações no processo sem utilizar as operações definidas pela extensão BPMNt++. Desta forma, definimos que a entrada do sistema será dois processo BPMN, no formato XML definido pela notação, sendo um referente ao processo-base, e outro referente ao processo adaptado.

Para possibilitar a comparação entre as versões do processo, a ferramenta de apoio foi estruturada de forma a receber dois arquivos no formado XML, definindo os elementos modelados para o processo. Esses arquivos são validados quanto a estruturação dos elementos, segundo a notação do BPMN. Essa funcionalidade foi desenvolvida através de uma tela que antecede a exibição da diferença, sendo demonstrada na Figura 5.8.

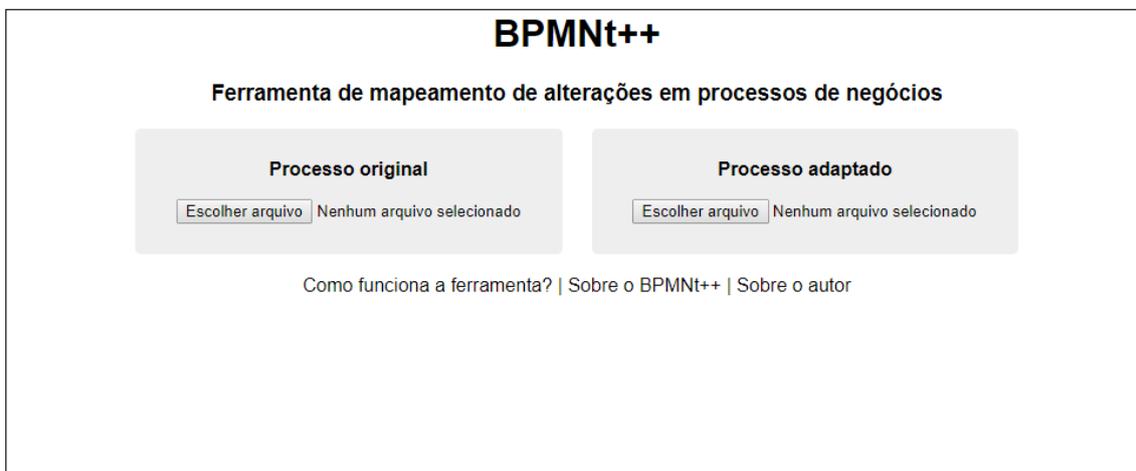


Figura 5.8: Tela inicial da ferramenta de apoio ao mapeamento de adaptações seguindo a extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Com a inserção e validação dos arquivos XML, a ferramenta de apoio inicializa seu trabalho de comparação seguindo as etapas definidas na Seção 5.2. Neste caso, a primeira etapa executada é a de identificação das mudanças ocorridas no processo, sendo realizada seguindo a técnica de *delta-diffing XML* [53]. Essa etapa da ferra-

menta foi baseada em outra ferramenta de código aberto, denominada Node Delta², que identifica as mudanças ocorridas entre dois arquivos XML utilizando a técnica de análise delta.

Com as mudanças no processo já identificadas, foi elaborado algoritmo na linguagem Javascript para determinar as operações realizadas. Este algoritmo foi estruturado de forma semelhante ao processo de decisão da operação de adaptação, apresentado na Figura 5.1. Essa etapa foi necessária em função da técnica de *delta-diffing XML* só identificar inclusões, exclusões ou alterações no arquivo. Desta forma, o sistema consegue identificar as operações que foram realizadas no processo, cumprindo a segunda etapa do processo de mapeamento.

A estruturação das operações seguindo o catálogo da extensão BPMNt++ é realizada através de algoritmo desenvolvido na linguagem Javascript. Esse algoritmo identifica o elemento que sofreu a modificação e determina as operações necessárias, buscando os parâmetros através do arquivo XML fornecido como entrada no sistema.

Com as operações identificadas e estruturadas seguindo a especificação da extensão BPMNt++, a ferramenta de apoio renderiza a modelagens das duas versões do processo, colocando a versão original no lado esquerdo da tela do usuário, enquanto a versão adaptada fica no lado direito. Essa exibição é realizada seguindo a notação do BPMN e da extensão BPMNt++, destacando as adaptações segundo as cores apresentadas na Seção 5.3. A Figura 5.9 exemplifica a forma como a ferramenta de apoio exibe a comparação das versões do processo.

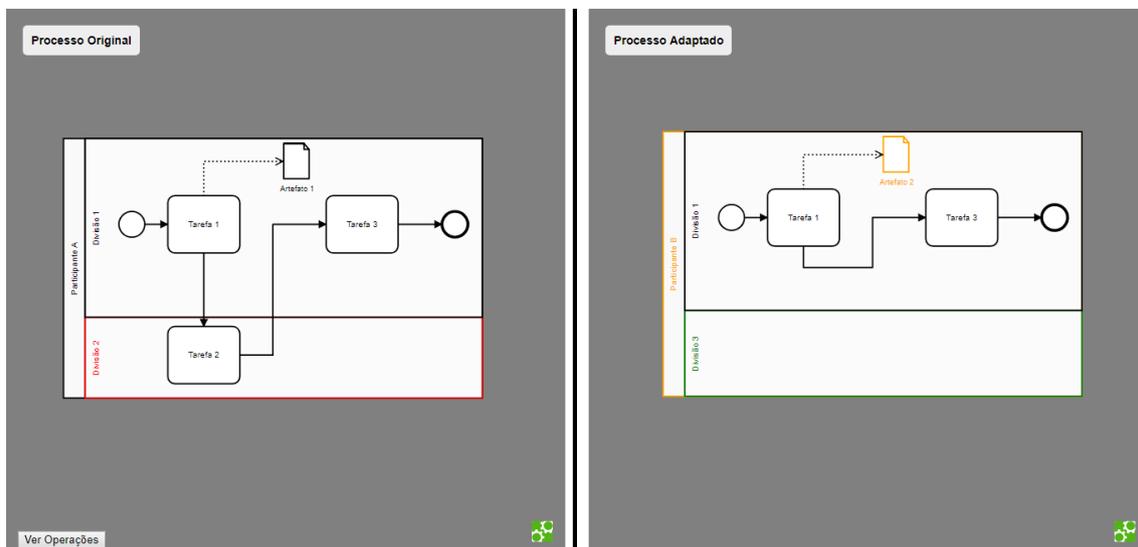


Figura 5.9: Tela da ferramenta de apoio exibindo as diferenças entre versões do processo seguindo a notação gráfica para a extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

²<https://github.com/znerol/node-delta>

Além de reproduzir as etapas do processo de mapeamento de adaptações, a ferramenta de apoio possui um potencial para auxiliar o usuário de forma dinâmicas. Desta forma, foi introduzida na ferramenta um componente que identifica visualmente a origem da adaptação, quando houver adaptação em um elemento selecionado no processo adaptado; e identifica visualmente se há alguma adaptação para um elemento, quando o elemento for selecionado no processo original. As Figuras 5.10 e 5.11 exemplificam essa situação.

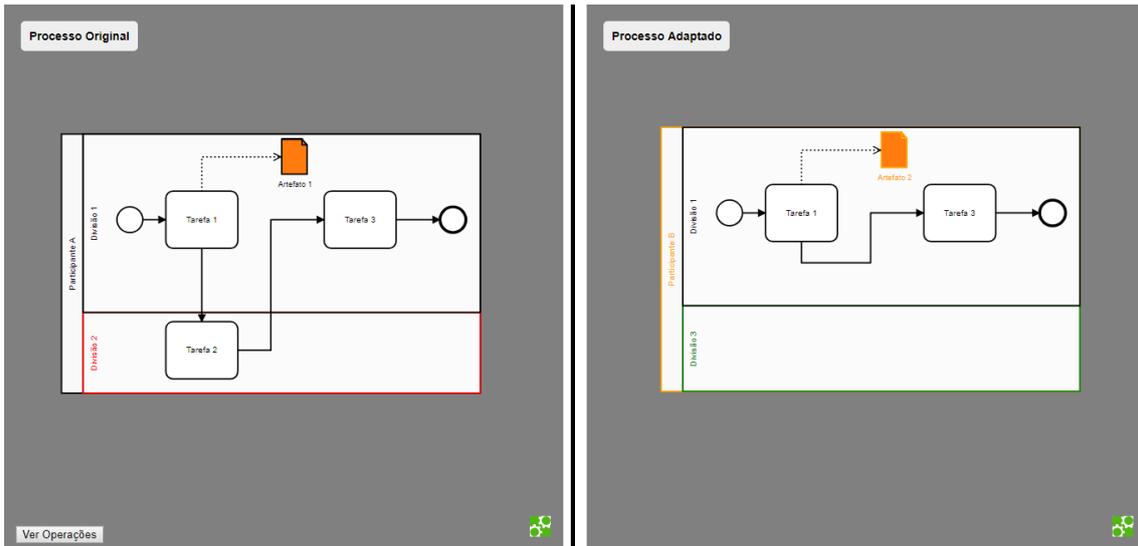


Figura 5.10: Destaque da operação renameData para o artefato “Artefato 1” na ferramenta de apoio. Figura criada pelo autor.

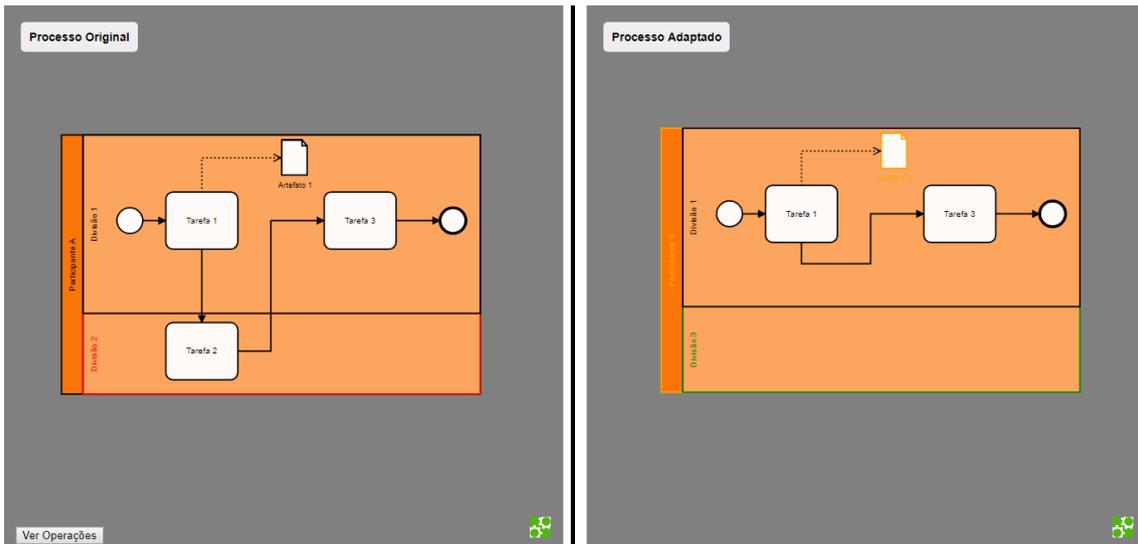


Figura 5.11: Destaque da operação renamePool para o participante “Participante A” na ferramenta da apoio. Figura criada pelo autor.

É possível observar que na Figura 5.10, quando o artefato “Artefato 1”, presente no processo original, ou o artefato “Artefato 2”, presente no processo adaptado são selecionados, ambos os artefatos são destacados na cor laranja, indicando que o “Artefato 1” no processo original foi renomeado para “Artefato 2” no processo adaptado. Algo semelhante é realizado na Figura 5.11, quando o clique nos participantes indica que houve a renomeação deles entre as versões original e adaptada.

Esse destaque dado à origem e ao destino da adaptação é fundamental para auxiliar na rastreabilidade das modificações, já que realizar esta tarefa manualmente não é simples. Esse assunto voltará a ser discutido através do resultados identificados na avaliação deste trabalho, sendo apresentado na Seção 6.4.

A ferramenta de apoio ao mapeamento de adaptações foi colocada em execução na plataforma Heroku³, permitindo su utilização por qualquer usuário, a qualquer momento. Para acessar a ferramenta, foi disponibilizado endereço Web <https://bpmnt-plus-plus.herokuapp.com>.

Além do amplo acesso disponibilizado através da hospedagem da ferramenta na plataforma Heroku, este trabalho disponibilizou o código-fonte da ferramenta de apoio através da plataforma GitHub⁴, permitindo que outros usuários possam reaproveitar as funcionalidades desenvolvidas ou evoluir o sistema. O código fonte do projeto está disponível, sob a licença GPL-3.0, em <https://github.com/brixtal/bpmntpp-visualizer-modeler>.

5.6 Conclusão

Tendo em vista a dificuldade de identificação de modificações em processos de negócio [8–12], este capítulo apresentou o desenvolvimento da técnica de identificação de adaptações em processos sob as perspectivas organizacional ou informacional, apresentado na Seção 5.2. Também foi apresentada, na Seção 5.5, uma ferramenta de apoio, baseada na técnica de identificação de adaptações de processos, automatizando o trabalho de execução das etapas da identificação das operações aplicadas durante a adaptação.

Para o desenvolvimento da técnica, foram definidos 3 requisitos, descritos na Seção 5.2. Os três requisitos foram levados em consideração no desenvolvimento da solução, garantindo que a técnica possibilitasse a identificação e estruturação de adaptações de processos de negócio através das 4 etapas desenvolvidas com base em trabalhos semelhantes. Também garantiu que o adaptador do processo obtivesse uma rápida identificação das modificações realizadas através da notação gráfica desenvolvida para a extensão BPMNt++, apresentada na Seção 5.3. Por fim, a técnica

³<https://www.heroku.com/>

⁴<https://www.github.com>

também permitiu a comparação de qualquer processo modelado na notação BPMN através da utilização da extensão BPMNt++.

O desenvolvimento da ferramenta de apoio à técnica de identificação de adaptações também foi guiada através 4 requisitos, definidos na Seção 5.5. Estes requisitos garantiram que a ferramenta fosse capaz de seguir as etapas definidas pela metodologia apresentada na Seção 5.2 através da estruturação das tarefas na linguagem Javascript; apresentar uma interface gráfica amigável ao usuário ao reutilizar parte do código do projeto bpmn-js; identificar as adaptações ocorridas no processo, através da exibição dos resultados pela notação definida para a BPMNt++, apresentada na Seção 5.3; e garantiu que o código do projeto permanecesse aberto, através da disponibilização do sistema no repositório GitHub.

Com a técnica e a ferramenta desenvolvidas e apresentadas, o Capítulo 6 apresentará uma avaliação das contribuições apresentados neste trabalho, validando os resultados obtidos nesta pesquisa.

Capítulo 6

Avaliação dos resultados

6.1 Introdução

Seguindo a metodologia apresentada na Seção 1.5, tanto a extensão BPMNt++, quanto a técnica de identificação de adaptações em processos de negócio sob as perspectivas organizacional ou informacional, devem ser avaliados para confirmar sua validade para a solução dos problemas apresentados na Seção 1.2. Sem esta etapa, este trabalho não poderia ser considerado um corpo de conhecimento científico, tornando seus resultados questionáveis sob o ponto de vista de outros pesquisadores [58].

Para a avaliação da extensão BPMNt++, foi observado que a reprodução de adaptações definidas por especialistas para processos de negócio reais pode ser mais apropriado para este contexto [25]. Já para a avaliação da técnica de identificação de adaptações, foi observado a necessidade da realização de uma avaliação experimental com a participação de voluntários, já que a solução proposta por este trabalho envolve questões subjetivas de visualização e percepção de aprimoramento em uma determinada atividade.

Desta forma, este capítulo se organiza da seguinte forma: a Seção 6.2 apresenta o plano de avaliação para as soluções propostas por este trabalho, sendo apresentados os objetivos e definições do estudo. A seção 6.3 descreve os resultados da avaliação da extensão BPMNt++, apresentando os contextos onde a extensão foi avaliada e as forma como as operações foram aplicadas a estes contextos. A Seção 6.4 apresenta os preparativos para a execução da experimentação, apresentando em seguida os resultados das iterações realizadas para esta etapa da avaliação. A Seção 6.5 apresenta as ameaças à validade que foram identificadas durante a execução da avaliação das avaliações presentes neste capítulo. Por fim, a Seção 6.6 apresenta uma breve conclusão sobre os resultados obtidos durante as avaliações apresentadas neste capítulo.

6.2 Plano de avaliação

Esta seção descreve os objetivos e a definição do estudo de avaliação da extensão BPMNt++ e do mapeamento de adaptações em processos de negócios analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional.

6.2.1 Objetivo

O objetivo deste estudo é avaliar tanto o funcionamento da extensão BPMNt++ para a representação de adaptações realizadas em processos sob as perspectivas organizacional e informacional, quanto a metodologia desenvolvida para a estruturação de adaptações utilizando a extensão BPMNt++. Desta forma, os seguintes pontos foram avaliados neste trabalho:

- A extensão BPMNt++ é capaz de representar adaptações de processos sob as perspectivas organizacional e informacional em diferentes contextos?
- Os parâmetros definidos para a extensão BPMNt++ são suficientes para a representação das operações existentes em processos utilizados em ambientes de negócios reais?
- A técnica de identificação de adaptações utilizando a extensão BPMNt++ permite uma maior facilidade na identificação das modificações realizadas em processos de negócio?
- A representação gráfica escolhida para o BPMNt++ facilita a identificação das alterações realizadas no processo sob as perspectivas organizacional e informacional?

6.2.2 Definição do estudo

Desta forma, este estudo foi dividido em duas etapas, cada qual focada em avaliar uma determinada parte deste trabalho:

1. **Estudo 1:** Avaliar o funcionamento da extensão através da reprodução de adaptações descritas em outras publicações;
2. **Estudo 2:** Avaliar a notação definida para a extensão BPMNt++ e o técnica de identificação de adaptações em processos analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional, através da realização de experimentação com voluntários.

Estudo 1: Avaliação da extensão

O objetivo desta etapa pode ser descrita de acordo com a abordagem *Goal-Question-Metric* (GQM), apresentada por BASILI *et al.* [59]:

Analisar o funcionamento da extensão BPMNt++;

Com o propósito de representar adaptações em processos de negócio sob as perspectivas organizacional e informacional;

Com respeito a completude e descrição das operações definidas pela extensão;

Do ponto de vista do engenheiro de processos;

No contexto da execução de adaptações em elementos de processos de negócio modelados sob as perspectivas organizacional e/ou informacional.

Para algumas extensões, pode ser mais apropriado avaliar a extensão através da análise de cenários de adaptação em processo reais [25]. Desta forma, para a avaliação da extensão BPMNt++, foram selecionados 3 trabalhos que apresentam variações de processos: AYORA *et al.* [6], AYORA *et al.* [15] e HAHN *et al.* [26]. Esses trabalhos apresentam processos reais que sofreram modificações em elementos que estão presentes nas perspectivas organizacional ou informacional, e cujos processo base e adaptado são apresentados ao longo de seus textos.

Esta etapa tem a finalidade de avaliar o funcionamento da extensão em diferentes contextos de adaptação. Ela será realizada através da reprodução de modificações na modelagem de processos apresentada por pesquisadores externos a esta pesquisa. Com isso será possível comparar os resultados apresentados pelos pesquisadores externos aos resultados obtidos através aplicação das operações do BPMNt++.

Estudo 2: Avaliação da técnica de identificação de adaptações e da ferramenta

O objetivo desta etapa também pode ser descrita de acordo com a abordagem GQM:

Analisar o funcionamento da técnica de identificação de adaptações de processos negócio;

Com o propósito de identificar e destacar adaptações em processos sob as perspectivas organizacional e informacional;

Com respeito a usabilidade, eficiência, satisfação;

Do ponto de vista do usuário do processo de negócio;

No contexto da identificação de adaptações em elementos de processos de negócios modelados sob as perspectivas organizacional e informacional, através de sua ferramenta de suporte.

Para esta etapa do estudo, foi definida a realização de um estudo observacional, segundo a definição apresentada por SHULL *et al.* [60]. Esse tipo de estudo é

realizado com a participação de voluntários, onde são observadas as suas reações e opiniões de acordo com um conjunto de tarefas apresentadas a eles. O pesquisador se encontra presente durante todo o experimento, observando a forma de interação dos usuários com as tarefas propostas.

Após a realização da etapa observacional, foi realizada uma etapa complementar não-observacional, onde outros voluntários foram recrutados através de convite virtual e responderam ao mesmo questionário apresentado para os usuários que participaram da etapa observacional do experimento. Esta etapa foi realizada para expandir o número de participantes e validar os resultados obtidos durante a etapa supervisionada da avaliação.

6.3 Avaliação da extensão BPMNt++

Esta seção apresenta a avaliação da extensão BPMNt++, descrevendo os cenários em que a extensão foi avaliada e apresentando as conclusões sobre a análise realizada.

6.3.1 Descrição dos contextos

Para esta etapa da avaliação, foram selecionados três processos baseados em modelos reais obtidos através de outros trabalhos. Estes processos apresentam-se nos seguintes contextos:

- **Cenário 1:** Neste contexto é apresentado um processo de *check-in* de passageiros em empresas aéreas europeias que fazem voos regionais e internacionais. Este processo apresenta apenas um participante, mas envolve sub-divisões como processamento de mala e pagamento de taxas extras. Este processo foi apresentado em AYORA *et al.* [15].
- **Cenário 2:** Neste contexto é apresentado um processo de compra e venda no formato comprador-fornecedor. Este processo apresenta dois participantes, representando o comprador e o vendedor de um produto qualquer. Este processo foi apresentado em KUNCHALA *et al.* [16].
- **Cenário 3:** Neste contexto é apresentado um processo de compra online, semelhante ao encontrado em lojas como a Amazon. Este processo apresenta participantes como loja online, instituição financeira, e empresa de entrega expressa, cada qual cooperando para finalizar a execução com sucesso. Este processo foi apresentado em AYORA *et al.* [6].

6.3.2 Contexto 1 - Processo de check-in

Este cenário já foi parcialmente apresentado na Seção 5.4, onde foi descrito que AYORA *et al.* [15] modelou 6 variações do processo de *check-in* em companhias aéreas europeias. Para a realização desta avaliação, será utilizada parte da demonstração já apresentada na seção citada.

A Figura 5.5 apresenta o processo original de *check-in*, enquanto a Figura 5.6 apresenta a sua variação. Entre as duas versões é possível observar que houve a exclusão do elemento do tipo *Lane* “Airline Ticket Office”; a renomeação do elemento do tipo *Lane* “Economy class counter”; e a renomeação do elemento do tipo *Data Object* “Eletronic boarding card”. Na Figura 5.7, foram aplicadas as operações correspondentes a definição dada pela extensão BPMNt++, resultando em uma representação idêntica a modelagem apresentada por AYORA *et al.* [15], conforme pode ser observado na comparação entre as Figuras 5.6 e 5.7. Isso reforça a credibilidade da notação BPMNt++ para a modelagem de adaptações em processos de negócio sob as perspectivas organizacional e informacional.

Ainda analisando as variações apresentadas por AYORA *et al.* [15], é possível identificar que o processo apresentado pela Figura 5.6 também pode ser adaptado a partir de outro processo, representado pela Figura 6.1, mas através de outras operações.

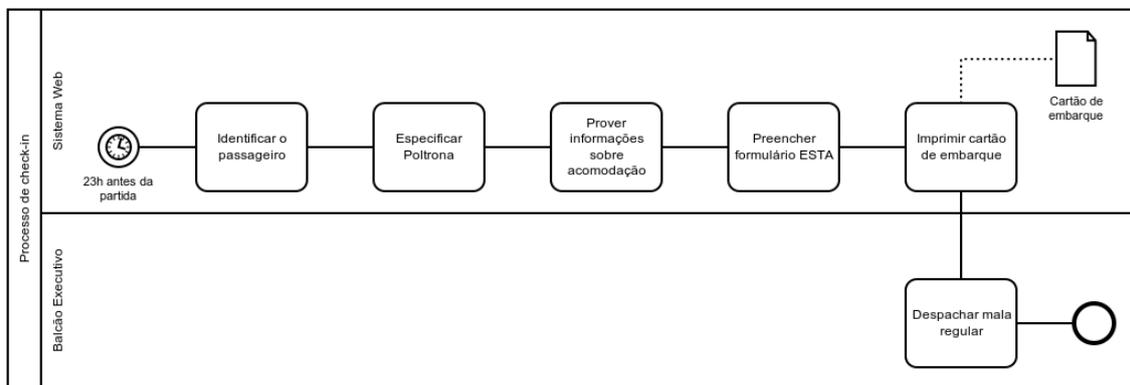


Figura 6.1: Processo de *check-in* de passageiros, realizado online, para voos internacionais. Adaptado de AYORA *et al.* [15].

Utilizando o processo da Figura 6.1 para representar o processo original, é possível utilizar as operações do BPMNt++ para adaptar o processo de forma a apresentar o resultado esperado. Analisando o processo original, é observável que houve a renomeação do elemento do tipo *Lane* “Business class counter”, representando portanto a aplicação da operação *RenamePool*; e a inserção do elemento do tipo *Lane* “Airline ticket office”, representando a aplicação da operação *InsertPool*.

Também é possível observar que as tarefas “Provide information about accommodation” e “Fill in ESTA form” foram removidos do processo, bem como houve a inserção da tarefa “Pay extra fee”. Estas operações não estão cobertas pela extensão BPMNt++, mas sim pela extensão BPMNt, através das operações *Delete* e *Serial Insert* [25]. Desta forma, o resultado da aplicação das operações do BPMNt e do BPMNt++, apresentado na Figura 6.2, são idênticos a descrição da variação apresentada por AYORA *et al.* [15], conforme apresentada na Figura 5.6.

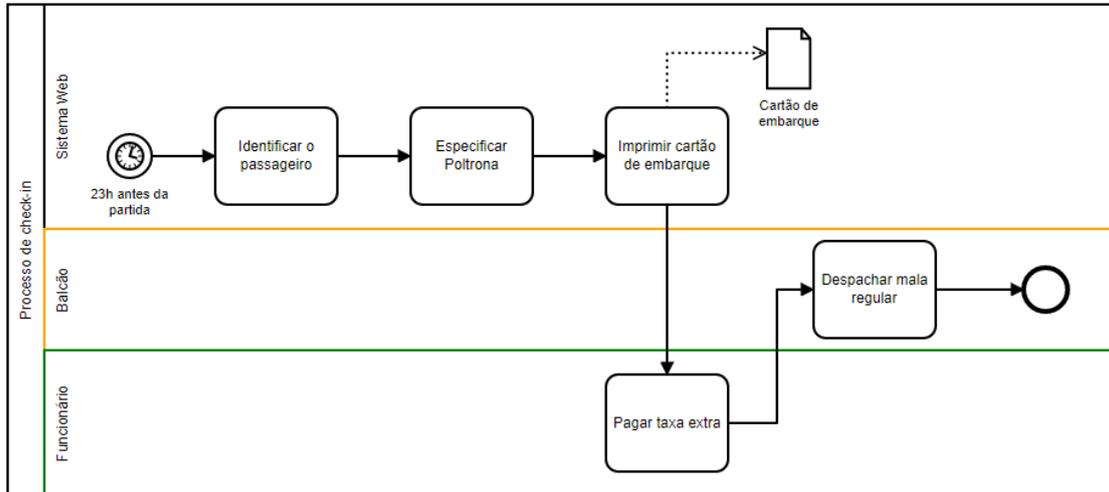


Figura 6.2: Novo exemplo de adaptação do processo de check-in utilizando as operações da extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

6.3.3 Contexto 2 - Processo comprador-vendedor

O processo comprador-vendedor apresentado por KUNCHALA *et al.* [16] possui um elemento do tipo *Pool* delimitando as atividades de cada participante do processo. O fluxo do comprador começa com a tarefa “Make Order” (“Fazer Pedido”), e é encerrado quando o pagamento é registrado, através da atividade “Record Payment” (“Registrar Pagamento”). Já o fluxo do vendedor começa com a tarefa “Receive Order” (“Receber Pedido”), e é encerrado quando a fatura é fechada, através da tarefa “Clear Invoice” (“Limpar Fatura”). A Figura 6.3 reproduz o processo apresentado em KUNCHALA *et al.* [16].

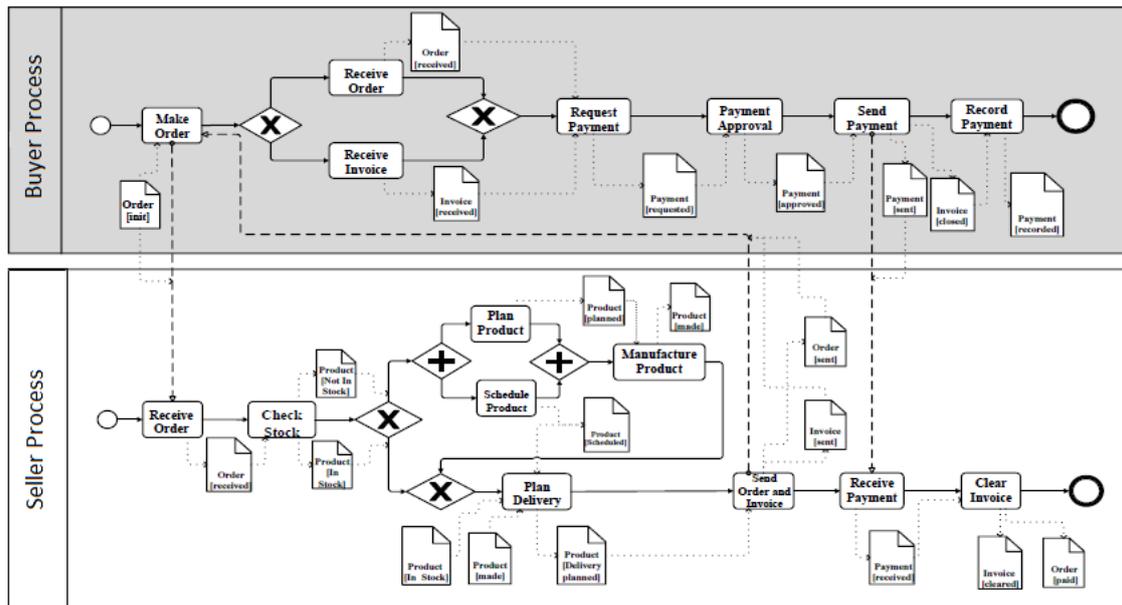


Figura 6.3: Processo comprador-vendedor apresentado por KUNCHALA *et al.* [16]. Adaptado de KUNCHALA *et al.* [16].

O processo apresentado na Figura 6.3 é utilizado para um estudo de caso em KUNCHALA *et al.* [16]. Neste estudo, os autores aplicam sua metodologia para transformar um processo *activity-centric* em um processo *artefact-centric*. Para isso é realizado uma fusão dos participantes, possibilitando a conversão desejada. Esta fusão pode ser reproduzida pela extensão BPMNt++ através da operação *MergePool*, uma vez que as restrições apresentadas no catálogo (Apêndice A foram cumpridas.

Seguindo as etapas e restrições da operação *MergePool* do BPMNt++, chegou-se ao processo apresentado na Figura 6.6. KUNCHALA *et al.* [16] chegou ao resultado apresentado na Figura 6.4. Analisando ambas as figuras, pode-se concluir que o resultado de ambos os processos é muito semelhante, embora seja possível observar que há sutis diferenças na modelagem dos processos: enquanto KUNCHALA *et al.* [16] colocou a maioria das tarefas de forma sequencial, a abordagem proposta pelo BPMNt++ paralelizou a execução destas tarefas após a fusão, adicionando os *Gateways* paralelos extras que podem ser observados no resultado da aplicação da extensão. Apesar disso, é notória a semelhança da adaptação realizada por KUNCHALA *et al.* [16] e a abordagem proposta pelo BPMNt++, ambas alcançando os mesmos objetivos, através da mesma operação.

Do ponto de vista desta avaliação, é possível observar a validade da extensão BPMNt++ através de sua capacidade de realizar a adaptação proposta. Outro ponto importante é que todas as modificações no processo realizadas em KUNCHALA *et al.* [16] conseguiram ser reproduzidas pelas operações do BPMNt++.

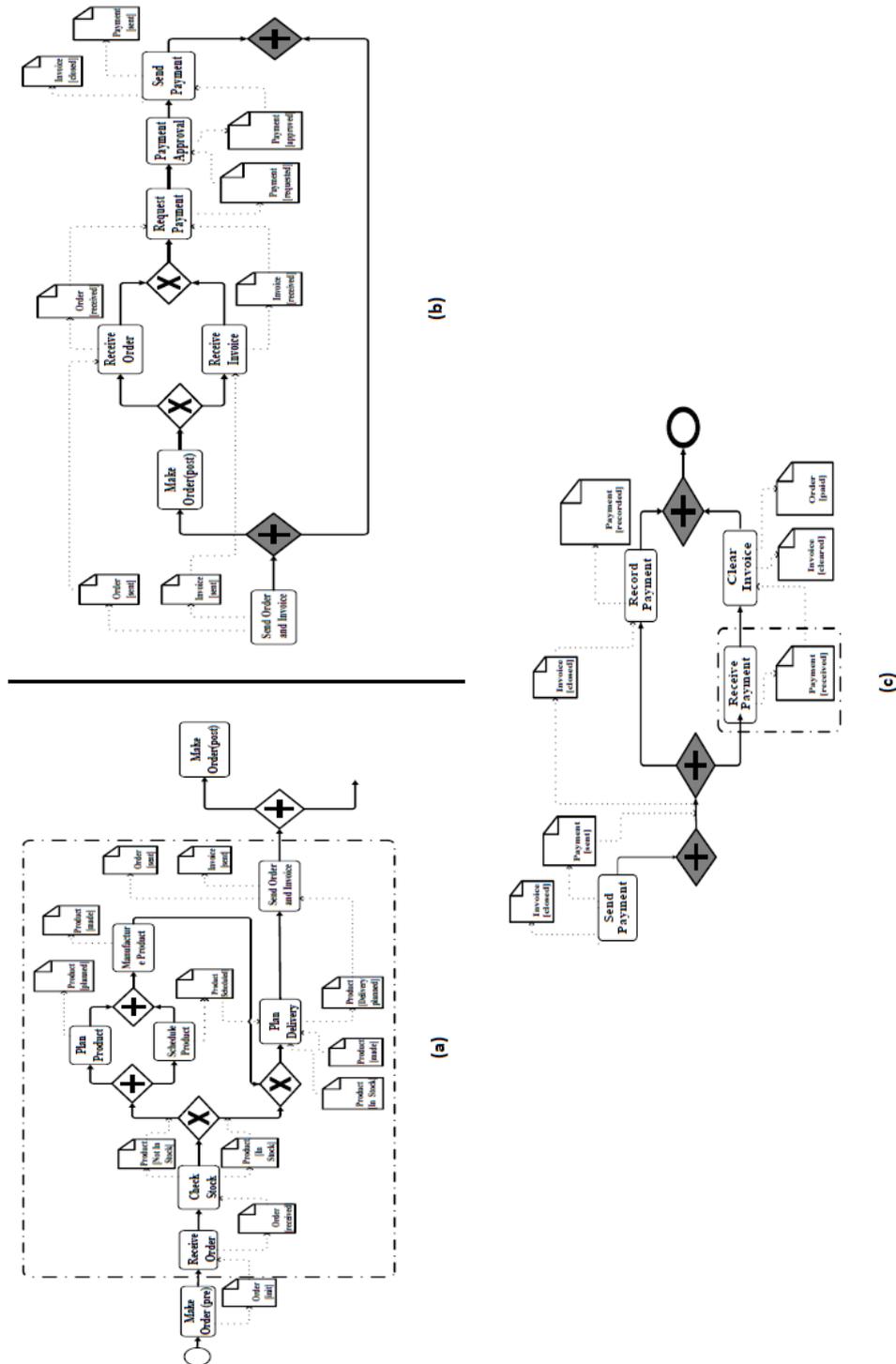


Figura 6.4: Fragmento dos resultados do estudo de caso apresentado por KUNCHALA *et al.* [16]. Adaptado de KUNCHALA *et al.* [16].

Outra adaptação que pode ser aplicada ao processo comprador-vendedor, desta vez escolhida pelo autor desta dissertação, é a operação *MergeData*, que pode ser aplicada aos elementos do tipo *Data Object* “Invoice [cleared]” e “Order [paid]”. O fragmento do processo correspondente a esta adaptação pode ser analisado na Figura 6.5, onde o item (a) representa o fragmento do processo original, e o item (b) representa o fragmento do resultado da aplicação da operação do BPMNt++. A aplicação completa desta operação pode ser observada na Figura 6.6.

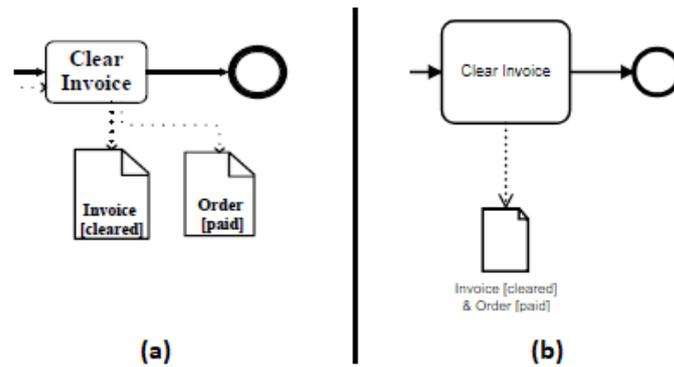


Figura 6.5: fragmento de processo após a aplicação da operação *MergeData* ao processo comprador-vendedor. Figura criada pelo autor.

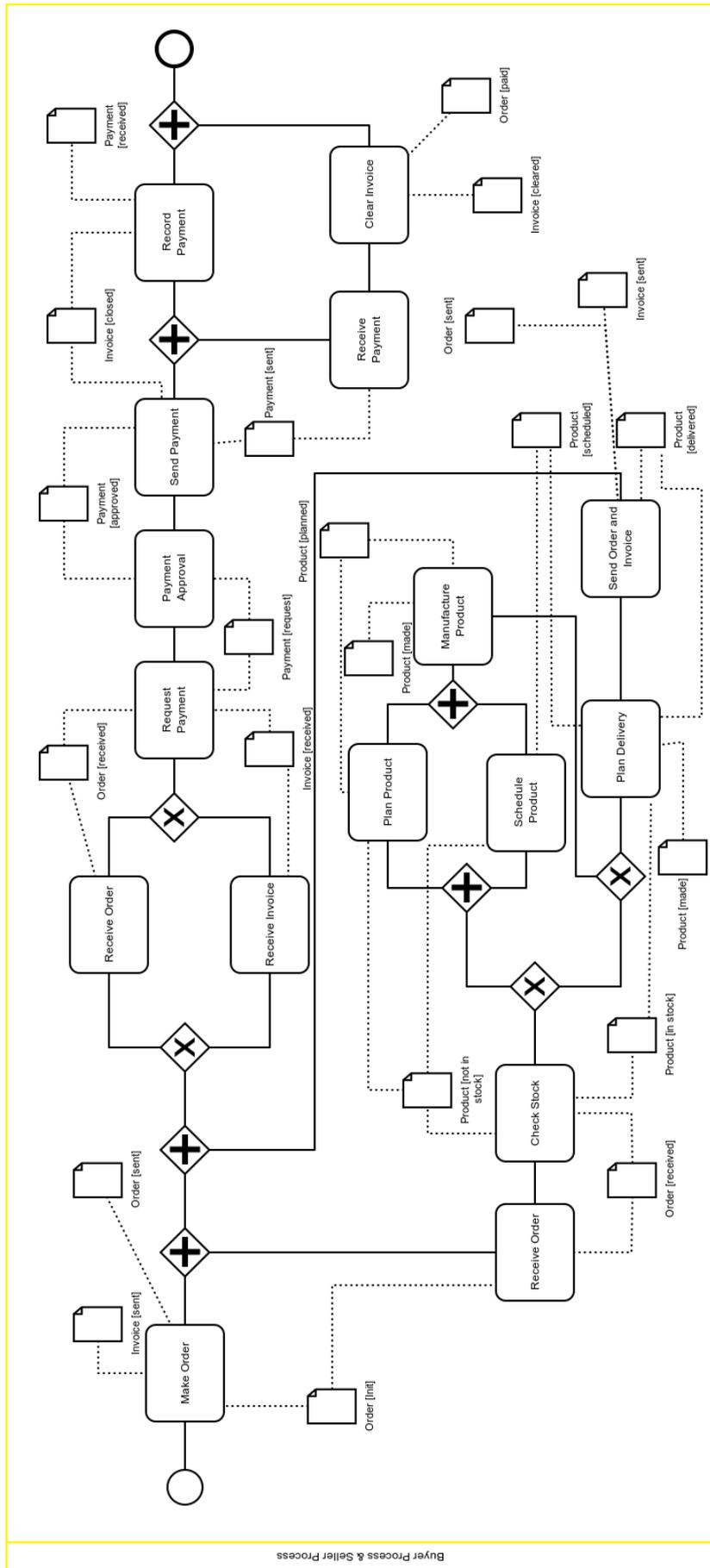


Figura 6.6: Aplicação da operação MergePool ao processo comprador-vendedor.
 Figura criada pelo autor.

6.3.4 Contexto 3 - Processo de compra online

O processo de compra online, apresentado em AYORA *et al.* [6], representa um típico cenário da realização de uma compra em lojas virtuais, como por exemplo a Amazon. Esse processo, ligeiramente modificado para esta avaliação, possui 3 principais participantes: a loja online; a empresa de pagamentos; e a empresa de entregas. O processo pode ser analisado na Figura 6.7.

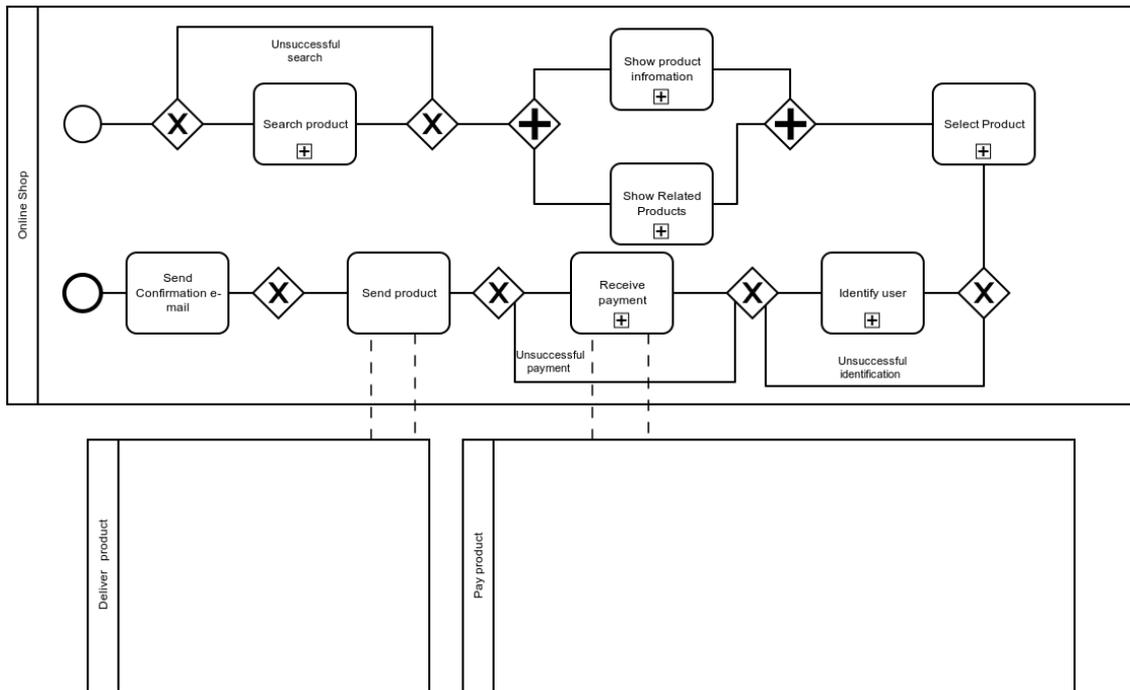


Figura 6.7: Processo de compra online apresentada por AYORA *et al.* [6]. Adaptado de AYORA *et al.* [6].

Uma das possíveis alterações apresentadas para o processo é a inclusão da instituição bancária para validação do pagamento. Neste caso, deverá ser incluído um participante no processo, que representará um banco, por exemplo. Para que esta alteração seja realizada, deve-se optar pela operação *InsertPool* do BPMNt++. Esta operação fará com que seja criado um participante, que será associado a um dos outros elementos do tipo *Pool* do processo. Para esta adaptação, foi escolhida a *Pool* “Pay product”, resultando na adaptação demonstrada na Figura 6.8.

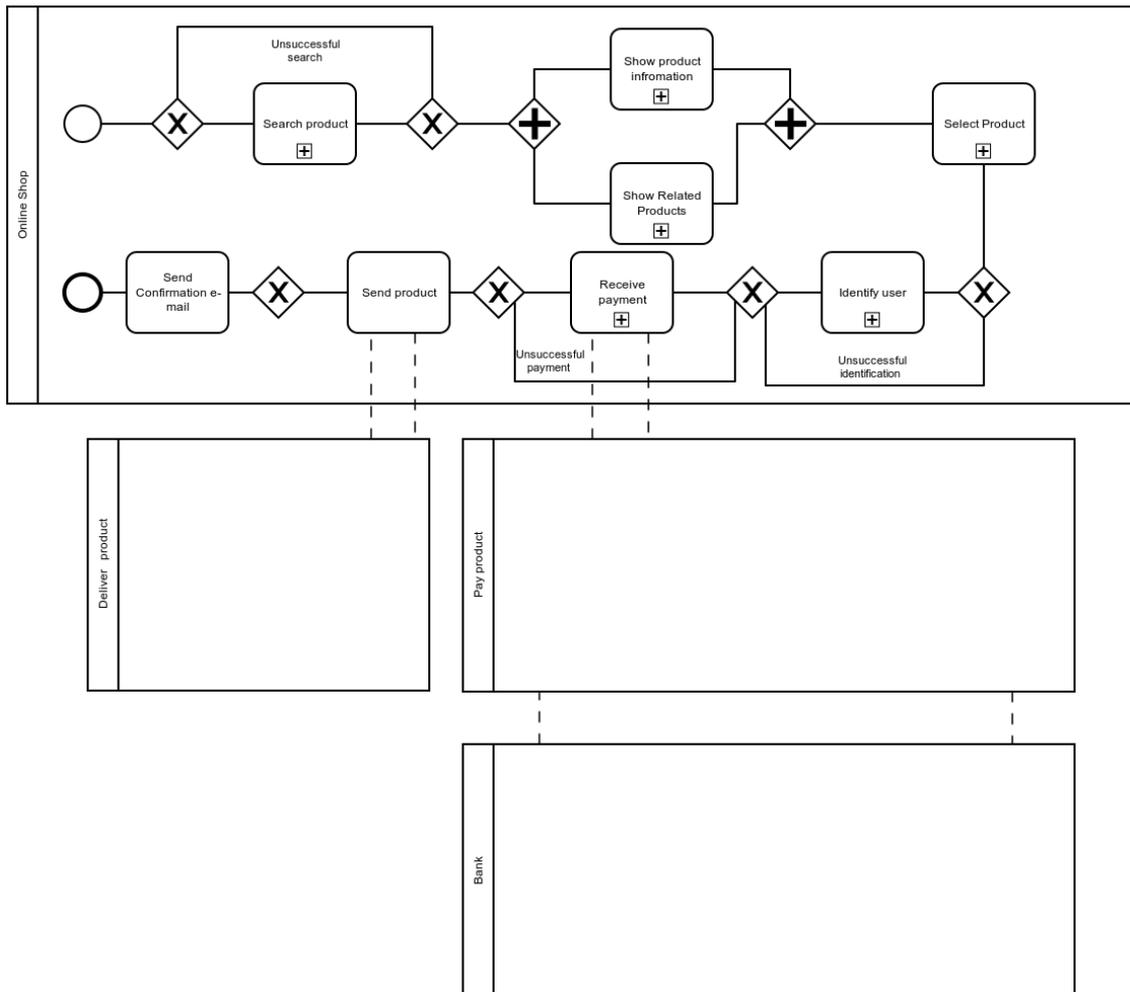


Figura 6.8: Resultado da adaptação ao processo para inclusão do participante da instituição bancária. Figura criada pelo autor.

Outro cenário apresentado para este processo é a ausência da entrega do produto. Nesta situação, a participação da empresa de entrega não faz sentido, sendo necessária a sua remoção do processo. Para reproduzir esta adaptação, é necessária a aplicação da operação *DeletePool* do BPMNt++ ao elemento “Deliver product” removendo-o do fluxo de execução. É possível observar o resultado desta adaptação na Figura 6.9.

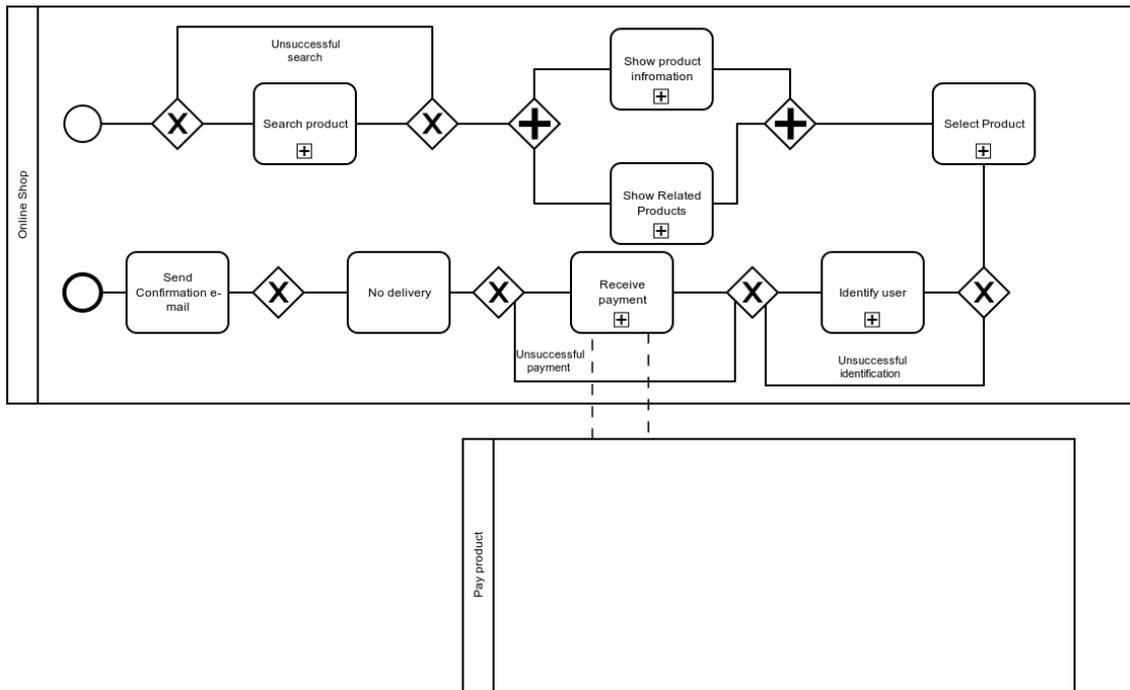


Figura 6.9: Resultado da adaptação ao processo para remoção do participante de entrega dos produtos. Figura criada pelo autor.

6.3.5 Resultados

Esta etapa foi realizada de acordo com adaptações propostas por AYORA *et al.* [15], KUNCHALA *et al.* [16] e AYORA *et al.* [6], em processos apresentados e modelados por seus autores. Deste modo, foi avaliado se a extensão BPMNt++ possuía a capacidade de reproduzir adaptações definidas por terceiros, de forma a evitar vícios de adaptação por parte do autor durante esta etapa da avaliação.

Os resultados para esta etapa foram promissores, já que todos os cenários analisados foram reproduzidos com total sucesso pelas operações propostas pelo BPMNt++. Desta forma é possível afirmar, de forma preliminar, o potencial da extensão BPMNt++ para a representação de adaptações em processos modelados segundo a notação do BPMN.

Também foi interessante observar que, em alguns casos, houve a necessidade de inclusão de operações de alto-nível do BPMNt para a descrição completa da adaptação proposta, sendo um grande indicativo da integração entre as extensões BPMNt e BPMNt++, bem como o seu potencial de aplicação para a representação conjunta de adaptações em processos de negócio sob diversas perspectivas.

6.4 Avaliação do mapeamento de adaptações em processos de negócios

Esta seção apresenta as etapas realizadas para a avaliação do mapeamento de adaptações em processos de negócios sob as perspectivas organizacional ou informacional. Serão apresentados os resultados do estudo piloto que fora realizado; a forma de seleção dos participantes para o estudo; a descrição de como o estudo foi realizado; e a conclusão após a conclusão desta etapa de avaliação.

6.4.1 Execução do estudo piloto

Antes da aplicação do experimento para voluntários, foi realizada uma iteração-piloto da avaliação com 5 participantes, de diferentes graus de formação acadêmica e experiência prática com processos de negócio. Os perfis destes participantes variam de mestrado completo até graduação em andamento. Este piloto utilizou as mesmas condições que seriam aplicadas aos voluntários durante a etapa de estudo supervisionado, coletando os resultados e a opinião destes participantes diante das tarefas executadas e das questões apresentadas na experiência. Também foi avaliado o tempo para a conclusão do questionário, de forma a estimar se o tamanho do questionário estava aceitável para a avaliação.

Após esta etapa, foi observado que o tempo para preencher todas as respostas estava de acordo com o esperável para a avaliação de uma ferramenta, variando entre 30 e 45 minutos para executar as tarefas e responder ao questionário proposto. Algumas perguntas foram respondidas de forma incorreta ou foram citadas como ambíguas pelos participantes. Desta forma foi realizada uma alteração nos pontos apresentados com problemas no questionário. Afim de confirmar se o problema havia sido sanado, a nova formulação da pergunta fora apresentada para os mesmos participantes que identificaram o erro ou preencheram incorretamente a resposta. Todos consideraram que a pergunta atingiu um maior grau de eficiência após os ajustes, atingindo seus objetivos na pesquisa.

O resultado do aprimoramento das questões desta etapa foram incluídos no questionário que foi apresentado aos demais voluntários, auxiliando no desenvolvimento da avaliação. Os resultados para as perguntas feitas durante a etapa piloto foram excluídos, uma vez que são ligeiramente diferentes do apresentado para os demais participantes, perdendo assim a comparabilidade entre as respostas apresentadas.

6.4.2 Seleção dos participantes

Os participantes da etapa supervisionada da avaliação foram convenientemente escolhidos através da indicação de colegas de pós-graduação da COPPE/UFRJ. No total, participaram desta etapa 10 pessoas, variando os perfis acadêmicos de graduação em andamento, até doutorado em andamento. Essas pessoas possuíam conhecimentos variados de processos, mas a ampla maioria não estava acostumada a notação do BPMN, embora tenham declarado serem capazes de compreender um processo utilizando essa notação como exemplo.

Para a etapa não-supervisionada, foram enviados e-mails convidando pessoas de diversos perfis acadêmicos e profissionais a participarem desta pesquisa. A seleção deste grupo fora realizada de maneira quase aleatória, já que não houve o direcionamento do e-mail para um grupo bem definido de pessoas. Responderam ao questionário um total de 11 pessoas, variando a formação acadêmica de doutorado em andamento, até graduação em andamento.

6.4.3 Execução da avaliação

Para a execução da avaliação, foi utilizada a ferramenta Google Forms¹ para apresentar e capturar as respostas apresentadas pelos participantes. Foi escolhida esta ferramenta para a avaliação em função de sua facilidade de utilização por parte dos usuários; capacidade de garantir que um participante responda uma única vez ao questionário; e possibilitar a distribuição do mesmo questionário por meios eletrônicos, computando os resultados em tempo real. Esta última característica foi fundamental para a execução da pesquisa não-supervisionada, uma vez que permitiu que o questionário fosse respondido pelos participantes no local que melhor lhe convinha. O Google Forms também foi utilizado para a pesquisa supervisionada para evitar que o meio no qual as perguntas fossem apresentadas interferisse na forma com que os participantes respondessem. Desta forma foi possível garantir que as mesmas condições foram apresentadas para todas as etapas desta etapa da avaliação.

Todos os estudos foram inicializados com a apresentação do termo de consentimento, cujo conteúdo pode ser analisado no Apêndice B. Esta etapa demorou cerca de 3 minutos para ser concluída na etapa supervisionada. Em seguida, os participantes foram encaminhados para a descrição de seu perfil, onde apresentaram sua formação acadêmica e responderam questões sobre conhecimento de processos. Esta etapa demorou cerca de 8 minutos para ser concluída pelos participantes.

A próxima seção do experimento, apresentada no Apêndice D, foi desenvolvida para avaliar a notação definida para a extensão BPMNt++. Primeiro foi apresen-

¹<https://www.google.com/forms/about/>

tada a Figura 5.3, mostrando as duas formas de representação de modificações em processos que tiveram igual resultado na pesquisa de GALL *et al.* [11]. Desta forma foi realizada a tentativa de identificar se a tendência de igualdade observada pelo estudo anterior era válida para a amostra desta avaliação. As demais 7 alternativas apresentadas por GALL *et al.* [11] não foram apresentadas neste questionário em virtude de ter sido observado, durante o piloto, que um conjunto muito grande de opções confundia o participante. Para evitar uma preferência de uma ou outra opção em função da ordem de apresentação, as figuras foram apresentadas em ordem aleatória, garantindo assim um melhor resultado nesta análise.

Na fase de avaliação da notação, foi solicitado que os participantes avaliassem uma imagem estática, representada pela Figura D.3 no Apêndice D, com a representação de uma adaptação segundo a notação definida para a extensão BPMNt++. Depois da análise, os usuários foram questionados sobre a satisfação com a representação das operações segundo as cores apresentadas. Esse nível de satisfação foi representado em valores de 1, representando muito insatisfeito, a 5, representando muito satisfeito.

Terminada a análise da notação, os participantes tiveram acesso a um documento explicativo sobre o funcionamento da ferramenta. Este documento, cuja cópia pode ser analisada no Apêndice E, apresenta brevemente o objetivo da ferramenta; o que deve ser analisado na experimentação; um link para um vídeo explicativo sobre a ferramenta; e um link para um rápido treinamento prático. Caso sentissem que essa etapa não fora suficiente para dar-lhes segurança na execução de suas próximas tarefas, fora apresentado para os participantes uma versão textual estendida do treinamento, onde foram apresentados alguns elementos gráficos do BPMN; o que é uma adaptação de processo; descrição das funcionalidades da ferramenta; dicas de como mexer na ferramenta; dentre outros pontos.

Após a realização do treinamento, foram apresentados 3 cenários experimentais para serem analisados pelos participantes:

- **Contexto 1:** cenário representando uma comparação *ad-hoc* de processos, onde a análise é realizada apenas comparando manualmente os processos;
- **Contexto 2:** cenário representando uma comparação com auxílio de uma tabela indicando as operações de atualização do BPMNt++ que foram apresentadas no processo;
- **Contexto 3:** cenário representando uma comparação com auxílio da tabela indicando as operações de atualização que foram apresentadas no processo e a notação gráfica do BPMNt++;

Para representar os cenários, foi reproduzido um processo comprador-vendedor, semelhante ao apresentado em KUNCHALA *et al.* [16]. Cada cenário apresentava uma variação diferente dos processos, garantindo que não haveria vícios entre as etapas. Os participantes tiveram 60 segundos para identificar as diferenças entre a versão original e a versão adaptada do processo. Depois de cada etapa, os participantes foram orientados a responder as questões propostas, descritas no Apêndice G, mas que podem ser resumidas da seguinte forma:

- Nível de dificuldade em identificar adaptação entre os processos;
- Número de adaptações identificadas;
- Tempo estimado para identificar todas as adaptações entre os processos;
- Se a tabela e as cores do BPMNt++ auxiliaram na identificação das adaptações.

Por fim, os participantes eram convidados a identificar as vantagens, desvantagens e deixar um comentário sobre a pesquisa ou a ferramenta analisada. Estes campos deveriam ser preenchidos textualmente.

6.4.4 Resultados

Após a execução do estudo, foi possível obter os resultados apresentados a seguir:

Caracterização dos participantes

Participaram deste experimento um total de 21 voluntários, selecionados convenientemente através de indicação ou convite por e-mail, conforme descrito na Seção 6.4.2. Esses participantes, que não receberam nenhum tipo de incentivo para a participação nesta pesquisa, foram divididos em três grupos, que corresponderam a três iterações do estudo. Para não haver interferência entre os grupos, os participantes responderam ao questionário e executaram as tarefas em momentos e em sala distintas, sempre sob supervisão do autor desta pesquisa, exceto para a terceira iteração, que foi realizada sem a supervisão do pesquisador.

Na caracterização acadêmica dos 21 participantes, 5 (23,8%) estão cursando o doutorado, 6 (28,6%) concluíram o mestrado, 4 (19%) estão cursando o mestrado, 2 (9,5%) possuem especialização, 2 (9,5%) concluíram a graduação e 2 (9,5%) estão cursando a graduação. Não foi questionado a área em que essas pessoas são formadas, sendo considerado que o grupo de análise possui formação diversificada, embora fora observado uma tendência aos participantes serem formados em ciência

da computação e afins. Apesar disso, foi possível observar a participação de pessoas formadas em ciências econômicas, química e biologia, tornando heterogênea a formação acadêmica dos participantes. A Tabela 6.1 demonstra a forma como os participantes foram distribuídos nas iterações da experimentação.

Tabela 6.1: Composição dos participantes por formação acadêmica

	Doutorado em Andamento	Mestrado Completo	Mestrado em Andamento	Especialização Completa	Graduação Completa	Graduação em Andamento
Iteração 1	1	1	1	0	1	1
Iteração 2	1	3	1	0	0	0
Iteração 3	3	2	2	2	1	1
Total	5	6	4	2	2	2

Do ponto de vista de familiaridade com processos, 9 (42,9%) destes mesmos participantes declararam utilizar processos, mas segui-los mentalmente; 6 (28,6%) declararam utilizar processos, consultando sua documentação; 5 (23,8%) declararam utilizar processos sempre, alterando-os e criando-os quando necessário; e 1 (4,8%) declarou raramente utilizar processos por executar tarefas desestruturadas na maioria das vezes. Quando questionados sobre a utilização da notação BPMN, 13 participantes (61,9%) responderam que nunca usaram a notação ou a utilizaram poucas vezes, enquanto 8 participantes (38,1%) afirmaram utilizar a notação frequentemente ou sempre. Apesar da pouca utilização da notação, 12 participantes (57,1%) afirmaram já ter visto a notação BPMN várias vezes e conseguem entender bem a modelagem, enquanto apenas 1 (4,8%) afirmou nunca ter visto essa notação, mas mesmo assim declarou conseguir entendê-la.

Do ponto de vista de facilidade de entendimento, 17 participantes (80,9%) afirmaram possuir muita facilidade na visualização de dados; 15 participantes (71,4%) afirmaram possuir boa facilidade para a visualização de processos; 17 participantes (80,9%) afirmaram que possuem familiaridade regular ou excelente para a utilização de ferramentas de modelagens de processos; e apenas 4 participantes (19%) declararam possuir conhecimento bom ou ótimo sobre adaptação de processos, tendo os outros 10 participantes (47,6%) afirmado que possuem nenhuma familiaridade com adaptação de processos, conforme gráfico apresentado na Figura 6.10.

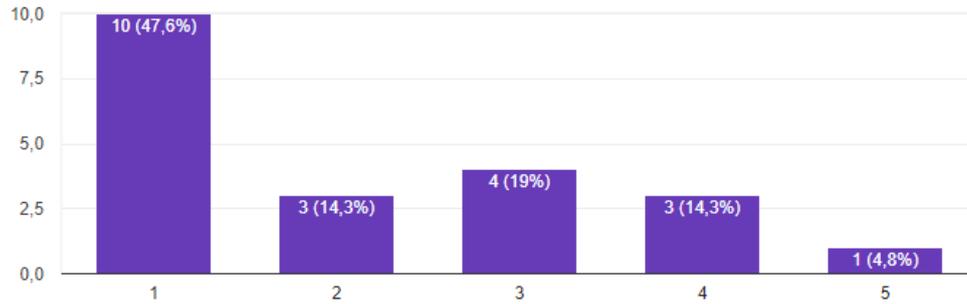


Figura 6.10: Nível de familiaridade dos participantes do experimento com a área de adaptação de processos, na escala de 1(nenhuma) a 5(muita). Figura criada pelo autor.

Avaliação da notação

Ao serem instruídos a avaliar a Figura 5.3, que apresenta as duas formas de exibição de modificações resultados da pesquisa de GALL *et al.* [11], 57,1% dos participantes optaram pela representação das alterações por símbolos, o que confirma os resultados da pesquisa anterior. Entretanto, de forma espontânea alguns participantes disseram que se houvesse uma legenda que demonstrasse as cores que correspondessem as modificações, a escolha deles seria diferente. Isso também pôde ser observado através do nível de satisfação dos participantes com a representação gráfica do BPMNt++, onde 71,4% dos participantes disseram estar satisfeitos ou muito satisfeitos com a representação gráfica desenvolvida para a extensão, conforme apresentado na Figura 6.11.

Embora o nível de satisfação tenha sido elevado, alguns participantes destacaram a dificuldade em identificar a origem do elemento adaptado, questionaram a escolha das cores, e criticaram a representação da exclusão e da operação Renomear. Para esta última crítica, alguns sugeriram que não haveria necessidade de representar a exclusão, já que o que elemento deve ter sido excluído em função de não ser mais útil para o novo contexto, sendo desnecessária a sua representação. Já a questão da operação Renomear, alguns questionaram que a cor laranja não se destaca muito em relação às demais, sendo sugerida um destaque no tamanho da fonte do nome ou da linha do elemento que fora alterado.

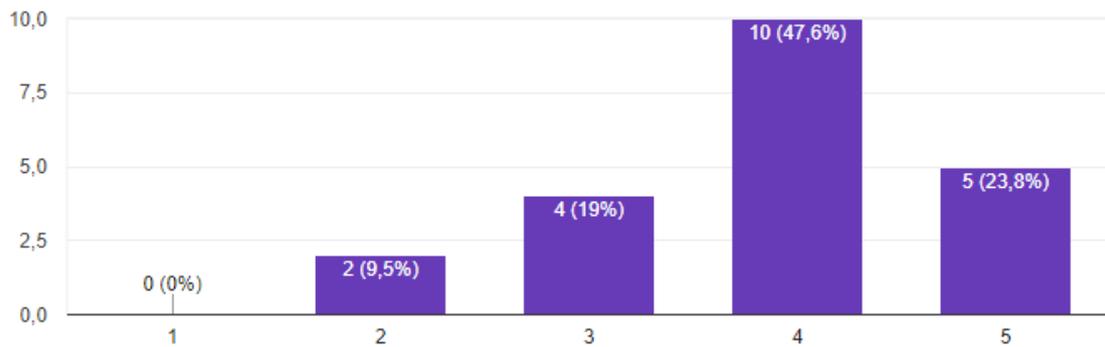


Figura 6.11: Nível de satisfação dos participantes do experimento, avaliado entre 1 (totalmente insatisfeito) e 5 (totalmente satisfeito), com relação a representação gráfica definida para a extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Avaliação da técnica de identificação de alterações e de sua ferramenta de apoio

Após o treinamento da ferramenta, todos os participantes foram convidados a executar 3 tarefas na ferramenta, conforme apresentado na Seção 6.4.3. Os resultados desta etapa da experimentação foram muito promissores, onde 17 participantes (80,9%) demonstraram um nível de satisfação bom ou ótimo em relação a ferramenta, conforme apresentado na Figura 6.12.

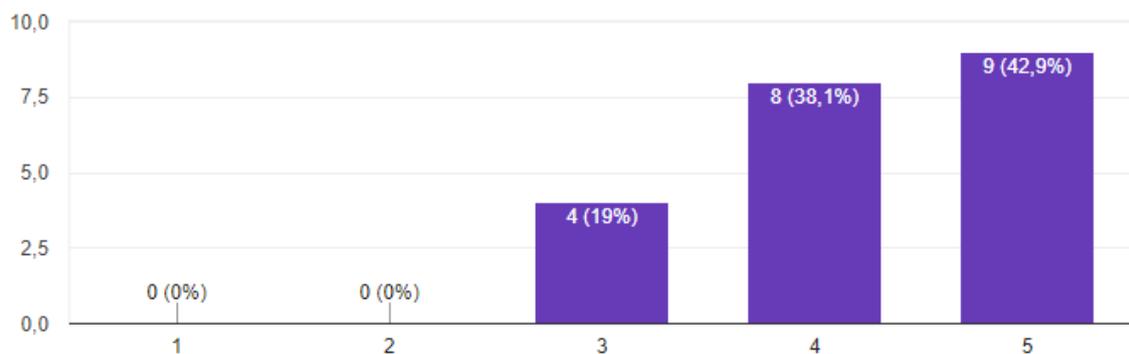


Figura 6.12: Nível de satisfação dos participantes do experimento, avaliado entre 1 (totalmente insatisfeito) e 5 (totalmente satisfeito), com relação a ferramenta para identificação de adaptações em processos. Figura criada pelo autor.

Para todos os cenários de experimentação foi questionado o tempo estimado para que o participante fosse capaz de identificar todas as alterações realizadas entre as versões dos processos. É interessante observar que para os cenários 1 e 2, a maioria

dos participantes afirmaram que seria necessário de 5 a 10 minutos para identificar as diferenças entre os processos. Já para o cenário 3, que utiliza totalmente a ferramenta desenvolvida neste trabalho, 76,2% dos participantes afirmaram serem necessários menos de 5 minutos para identificar todas as modificações apresentadas. Esse é um grande indicativo de que a ferramenta e a técnica que a sustenta são válidas e cumprem bem seu papel de facilitar a identificação das modificações por parte do usuário. O gráfico que representa este resultado é apresentado na Figura 6.13.

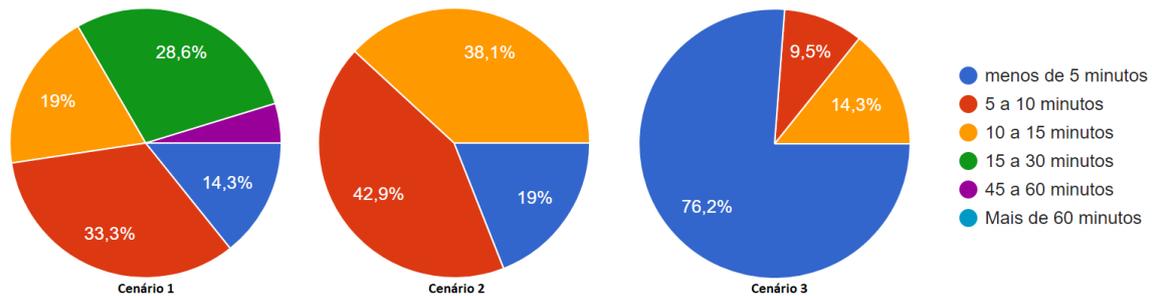


Figura 6.13: Tempo estimado pelos participantes do experimento para a identificação de todas as adaptações ocorridas no processo, de acordo com o cenário apresentado. Figura criada pelo autor.

Vantagens e desvantagens identificadas pelos participantes do experimento

As principais vantagens identificadas pelos participantes do experimento foram a rápida e fácil identificação e visualização das mudanças; maneira facilitada de manipular o processo; e o uso de cores para destacar as modificações. Já os pontos negativos, foi destacada a preocupação de uma possível demora no processamento da diferença entre os processos; a representação da operação deleção no processo original; a falta de acessibilidade da ferramenta para pessoas com daltonismo ou outros tipos de deficiência visual; e a obrigatoriedade de utilização do mouse para aumentar ou diminuir o zoom da imagem.

Todas as respostas apresentadas pelos participantes desta etapa da avaliação está disponíveis, de forma anonimizada e no formato CSV, no endereço <https://bpmnt-plus-plus.herokuapp.com/resultado/estudo.csv>.

6.5 Ameaças à validade

Muitas avaliações, por melhor que sejam elaboradas, estão sujeitas a fatores que podem impactar nos resultados apresentados ou até mesmo invalidá-los [61–63]. Para este estudo foi possível identificar algumas questões que podem ameaçar a validade dos resultados encontrados. Abaixo é apresentada as ameaças identificadas para cada etapa da avaliação realizada no Capítulo 6.

Ameaças à validade dos resultados da avaliação da extensão BPMNt++

Para a avaliação da extensão BPMNt++, foi possível identificar as seguintes ameaças à validade:

- A avaliação da extensão BPMNt++ foi realizada através da reprodução de adaptações realizadas em estudos de terceiros, o que garante uma independência na análise da extensão. Entretanto, não há garantias de que a modelagem e a adaptação propostos por estes autores correspondam a realidade, sendo este uma variável de confiabilidade deste estudo.
- Esta pesquisa encontrou poucos processos que puderam ser utilizados para a avaliação da extensão, limitação esta que também foi observada por PILLAT [25] e outros autores de estudos de variabilidade. Isso restringe o número de processos avaliados, não havendo a garantia de que eles representem significativamente o universo de processos que sofram adaptações. Desta forma, a quantidade de processos avaliados torna-se um fator de risco para a validade dos resultados apresentados

Para minimizar estas ameaças, este trabalho buscou realizar uma pesquisa criteriosa por exemplos de processos, utilizando fontes confiáveis que fornecessem trabalhos de congressos e periódicos reconhecidos em suas respectivas áreas.

Ameaças à validade dos resultados para o técnica de identificação de adaptações e a ferramenta

Para a avaliação do técnica de identificação de adaptações em processos de negócio e a ferramenta de apoio, foi possível identificar as seguintes ameaças à validade:

- A avaliação da técnica de identificação de adaptações em processos de negócio foi realizada através de sua ferramenta, impedito que todas as suas etapas pudessem ser avaliadas pelos participantes. Deste modo os resultados obtidos nesta avaliação são válidos para a técnica quando aplicada à ferramenta desenvolvida por esta dissertação.

- Por limitação do alcance da convocação para participação e recursos para a realização deste experimento, a escolha dos participantes foi realizada de forma não-aleatória. Outro fator importante para essa avaliação é a quantidade reduzida de participantes. Não foi possível garantir que as pessoas que participaram desta avaliação representassem uma parcela significativa e confiável da população alvo desta pesquisa, representando um risco às conclusões obtidas através das opiniões fornecidas para este estudo.
- Os participantes deste estudo possuem um perfil muito diversificado, com conhecimento de processos não-homogêneo e com pouca participação de especialistas. Isso pode ser considerado um elemento positivo para a validade generalizada da proposta apresentada, mas põem em risco a sua aplicação em situações específicas, já que não há dados que garantam a sua efetividade nestes contextos.
- A etapa não-supervisionada deste estudo não foi capaz de controlar o ambiente de execução das avaliações solicitadas. Neste caso, fatores externos podem ter afetado a opinião ou os resultados obtidos pelos participantes.
- Os experimentos e o questionário foram realizados em computadores de diferentes capacidades de processamento e limitações de hardware, bem como não foi controlada a velocidade de conexão com a internet. O não controle destas variáveis pode ter causado interferências não percebidas na análise deste estudo.

Por se tratar de um estudo preliminar, os resultados podem ser considerados positivos para uma análise de validade da proposta, mas a pesquisa precisa ser expandida para que seja possível obter uma generalização dos resultados. A aplicação em um cenário específico não fazia parte do contexto desta pesquisa, o que torna os resultados válidos para um contexto de uso mais geral de adaptações de processos. Os participantes desta avaliação, em sua ampla maioria, utilizam computadores para execução de tarefas diárias, o que indica que o poder computacional e a conexão com a internet não deva ter sido um fator preponderante para os resultados obtidos.

6.6 Conclusão

A conclusão da avaliação realizada neste capítulo pode ser apresentada através da resposta aos questionamentos realizados na Seção 6.2. Abaixo será discutido cada questão apresentada:

- A extensão BPMNt++ é capaz de representar adaptações de processos sob a perspectiva organizacional e informacional em diferentes contextos?

Os resultados apresentados na Seção 6.3 levam a crer que a extensão BPMNt++ é capaz de representar adaptações de processos sob a perspectiva organizacional e informacional em diferentes contextos. Isso pode ser observado pela diversidade de cenários que foram descritos e adaptados utilizando a notação, como o processo comprador-vendedor; *check-in* de passageiros em empresas aéreas europeias; compra online; e simulação de envelhecimento térmico, apresentado na Seção 4.6. Esses cenários pertencem a diferentes contextos de conhecimento e de negócios; foram modelados por diferentes pessoas; e apresentam complexidades de execução diversas. Isso corrobora com a percepção de validade para diferentes contextos de adaptação de processos de negócio.

- Os parâmetros definidos para a extensão BPMNt++ são suficientes para a representação das operações existentes em processos utilizados em ambientes de negócios reais?

Diante dos cenários analisados na Seção 6.3, não foram encontradas adaptações em processos de negócio que façam uso de elementos pertencentes às perspectivas organizacional ou informacional que não pudessem ter sua adaptação definida pelas operações do BPMNt++. Embora a quantidade de processos analisada tenha sido limitada, sendo discutida como uma possível ameaça à validade na Seção 6.5, os resultados preliminares levam a crer que a extensão está completa dentro de sua proposta.

- A técnica de identificação de adaptações utilizando a extensão BPMNt++ permite uma maior facilidade na identificação das modificações realizadas em processos de negócio?

Uma simulação da utilização da técnica foi realizada na Seção 5.4, demonstrando seu funcionamento com um processo real. Entretanto, a avaliação utilizada para a ferramenta, apresentada na Seção 6.4, também pode ser utilizada para a discussão deste tópico, uma vez que a ferramenta automatiza a técnica desenvolvida para o mapeamento de adaptações.

Os resultados obtidos na experimentação, apresentada na Seção 6.4, mostra que os participantes tiveram uma boa aceitação pela ferramenta, sendo portanto um indicativo de que a técnica é válida e funcional. Os usuários também demonstraram encontrar mais facilmente adaptações em processos quando utilizaram a ferramenta, sendo também um grande indicativo de que a técnica permite uma maior facilidade na identificação das modificações realizadas em processos de negócio. Em virtude das limitações, mais estudos devem ser executados para a generalização dos resultados para este questionamento.

- A representação gráfica escolhida para o BPMNt++ facilita a identificação das alterações realizadas no processo sob as perspectivas organizacional e informacional?

As respostas apresentadas pelos participantes do estudo demonstrado na Seção 6.4, afirmam que a notação desenvolvida para a extensão BPMNt++ foi bem aceita, mas com ressalvas. Uma delas foi que a utilização de cores para representar as adaptações pode atrapalhar a interpretação do processo por uma pessoa daltônica. Outro ponto destacado foi a dificuldade em identificar a exclusão de elementos através da cor vermelha representada no processo original. Também foi destacado que a cor laranja para a operação de Renomear não é uma das melhores opções. Entretanto, apesar das críticas a notação, ela foi aceita pela ampla maioria dos participantes, sendo considerada um facilitador para a identificação de adaptações. Outros estudos devem ser realizados para aprimorar a representação da extensão, de forma a sanar os problemas destacados durante a realização deste estudos.

De forma geral, os resultados apresentados nesta avaliação demonstraram o potencial da extensão BPMNt++, da técnica de identificação de adaptações e de sua ferramenta de apoio. A extensão cumpre seu objetivo de descrever operações de adaptação em processos de negócio sob a perspectiva organizacional ou informacional, enquanto o mapeamento se mostrou eficiente para identificar as operações do BPMNt++ que ocorreram entre duas versões de um processo. A notação gráfica para a extensão BPMNt++ também se mostrou eficiente para a visualização das adaptações realizadas em um processo, mas um estudo mais aprofundado deve ser realizado para aprimorar seus recursos.

Capítulo 7

Conclusão

7.1 Epílogo

O BPMN não possui nativamente suporte a modelagem de adaptações em processos de negócio [22, 23]. Essa situação fora parcialmente corrigida pelo desenvolvimento da extensão BPMNt [25], que apresentou operações de adaptações aplicáveis a processos de negócio modelados sob as perspectivas funcional, temporal, comportamental e operacional. Deste modo, as perspectivas organizacional e informacional continuam sem a capacidade de serem adaptadas utilizando-se a notação BPMN, definindo desta maneira o Problema 1 na Seção 1.2. Este problema resultou na Questão de Pesquisa 1, que questiona como permitir que processos de negócio com elementos referentes às perspectivas organizacional e informacional sejam adaptados, independente do contexto, quando forem modelados utilizando a notação BPMN. A resposta a este questionamento foi realizado ao longo desta dissertação, sobretudo no Capítulo 4.

O Capítulo 4 apresenta o desenvolvimento da extensão BPMNt++, cujo objetivo é fornecer uma estruturação formal para as adaptações de processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional. Essa extensão cumpre o Objetivo Específico 1 e 2, definido na Seção 1.4, respondendo ao questionamento da Questão de Pesquisa 1. Isso é possível graças a extensão BPMNt++ ser uma extensão da notação BPMN, permitindo que modelos que utilizem a notação BPMN possam ser adaptados através das definições previstas na extensão. Para isso foram definidas operações de adaptação, baseadas nos conceitos apresentados no Capítulo 2 e em trabalhos apresentados no Capítulo 3, que foram testadas em alguns contextos para validar a sua aplicabilidade, conforme apresentado na Seção 6.3.

Outro problema trabalhado nesta dissertação foi a estruturação de adaptações em processos que foram modelados através da notação BPMN. Identificar mudanças

em processos é uma tarefa complexa [8–12], justificando assim o desenvolvimento de uma solução para o Problema 2, apresentado na Seção 1.2.

O Problema 2 é voltado para descrever a dificuldade em se identificar modificações em processos de negócio, quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional, e que foram adaptados sem o suporte de nenhuma técnica de adaptação, ou seja foram adaptados de forma não-estruturada. Esse problema deu origem a Questão de Pesquisa 2, que incentiva o desenvolvimento de uma maneira de realizar essa identificação através de uma técnica mais simples. Através desta questão, foi elaborada a técnica de identificação de adaptações em processos de negócio, apresentada na Seção 5.2, e que define um processo de 4 etapas para a estruturação de uma adaptação de um processo de negócios através da extensão BPMNt++. Desta forma foi apresentado um exemplo de aplicação desta técnica, bem como foi desenvolvida uma ferramenta de apoio para automatizar as etapas deste processo, respondendo à Questão de Pesquisa 2.

Cada uma dessas soluções foi avaliada no Capítulo 6, onde a extensão teve sua validade confirmada através da reprodução de 3 adaptações de processos de negócio apresentados por outros autores. A técnica foi avaliada através de uma experimentação com voluntários baseada em sua ferramenta de apoio, onde foram apresentadas tarefas de identificação de alterações em processos de negócio para que os participantes pudessem opinar sobre o funcionamento da técnica de identificação de adaptações em processos de negócio e de sua ferramenta de apoio.

7.2 Contribuições desta dissertação

Esta dissertação tinha como objetivos a elaboração de uma extensão ao BPMN que representasse adaptações em processos de negócio quando analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional, e apresentar uma técnica de identificação de operações para processos analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional. Para chegar a estes objetivos, este trabalho realizou diversas etapas que podem ser destacadas como sua contribuição. Entre as principais contribuições deste trabalho, podemos citar:

- O desenvolvimento da extensão BPMNt++, visando a representação de adaptações em processos de negócio sob as perspectivas organizacional ou informacional, apresentado na Seção 4.3;
- A elaboração do catálogo de operações da extensão BPMNt++ e seu estudo para a identificação das restrições aplicáveis aos elementos da notação BPMN, apresentada na Seção 4.5 e no Anexo A;

- O desenvolvimento da técnica de identificação de adaptações em processos de negócio analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional, apresentado na Seção 5.2;
- A ferramenta de mapeamento automático de adaptações em processos de negócio analisados sob as perspectivas organizacional ou informacional, apresentada na Seção 5.5;
- A avaliação da extensão BPMNt++ e a avaliação inicial da abordagem de mapeamento de adaptações, realizada através de um estudo com a participação de voluntários, apresentada na Seção 6.4.

7.3 Limitações deste trabalho

Através dos resultados da avaliação, apresentados no Capítulo 6, e de uma análise crítica do trabalho realizado nesta dissertação, é possível listar as suas principais limitações da seguinte forma:

- Embora seja possível garantir a integração da extensão BPMNt++ com a extensão BPMNt, a utilização das duas extensões deve ser realizada de forma independente durante a adaptação de um processo. Entretanto, este trabalho não realizou uma avaliação ou experimento para garantir a integração entre as extensões em processos de negócio reais, assumindo a compatibilidade apenas pela adoção do meta-modelo da notação BPMN.
- Existem diversas maneiras de se realizar uma adaptação de processos de negócio. Desta forma, é possível que um elemento sofra duas ou mais operações de adaptação em uma mesma modelagem. Entretanto, a extensão BPMNt++ não trata esse tipo de situação, possibilitando o conflito entre operações, que podem ser executadas de forma não ordenada, gerando um resultado diferente do esperado.
- A modelagem das operações do BPMNt++ é realizada totalmente de forma manual pelo adaptador do processo. Desta forma, a ausência de um modelador automatizado de adaptações cria uma restrição para a adoção da extensão BPMNt++ em ampla escala. Apesar do desenvolvimento da ferramenta de mapeamento de adaptações, o ideal seria que houvesse outra ferramenta que permitisse que a adaptação fosse realizada seguindo as restrições do BPMNt++, não através de “engenharia reversa” das adaptações para identificar as operações que ocorreram no processo.

- A definição das cores para a representação gráfica da extensão BPMNt++ foi realizada com base no trabalho de GALL *et al.* [11]. Entretanto, durante a etapa de avaliação foi possível obter alguns questionamentos em relação a escolha das cores para a representação das operações e o formato de exibição. Apesar de o resultado da avaliação ter sido muito positivo do ponto de vista das cores facilitarem a identificação das adaptações, é possível concluir que há a necessidade de aprofundamento neste ponto da pesquisa, afim de garantir a melhor escolha de representação.
- A avaliação da técnica de identificação de operações de adaptação e sua ferramenta de suporte foi realizada em 3 iterações, mas com um número limitado de participantes que não garantem a representação de uma parcela do público-alvo desta pesquisa. Embora o número de participantes seja aceitável para a realização de estudos no domínio da Engenharia de Software, estudos mais aprofundados e com maior número de participantes devem ser realizados para que exista uma evidência significativa sobre os resultados deste trabalhos aplicados a um grupo mais geral de usuários. Outro risco a validade da técnica é que o estudo conduzido para sua avaliação foi totalmente baseado em sua ferramenta, não sendo possível avaliar individualmente as etapas da técnica desenvolvida neste estudo.

7.4 Trabalhos futuros

Após a conclusão deste trabalho, foi possível identificar alguns pontos de evolução ou melhoria nos resultados obtidos nesta pesquisa. Entre esses possíveis trabalhos futuros, é possível destacar:

- Executar avaliação aprofundada para a definição das representação gráfica apresentada para a extensão BPMNt++, de forma a confirmar ou refutar a escolha de cores, ou até mesmo da forma de representar as operações, apresentada neste trabalho;
- Executar uma experimentação com o objetivo de avaliar o funcionamento conjunto das extensões BPMNt e BPMNt++ para a representação de adaptação de processos de negócio modelados em BPMN;
- Expandir a avaliação da extensão BPMNt++ através da análise de adaptações em outros processos de negócio reais, bem como realizar pesquisa em empresas que possuam a dificuldade de identificação das adaptações realizadas em seus processos;

- Aplicar o estudo apresentado neste trabalho a um maior conjunto de participantes, buscando generalizar os resultados através da pesquisa com um grupo estatisticamente aceitável;
- Aprimorar a ferramenta de mapeamento de adaptações em processos de negócio para identificar alterações em outras perspectivas além da organizacional ou informacional, talvez inserindo conceitos da notação BPMNt em seus algoritmos de identificação de mudanças.

Referências Bibliográficas

- [1] HSU, I.-C., SABHERWAL, R. “Relationship between Intellectual Capital and Knowledge Management: An Empirical Investigation”, *Decision Sciences*, v. 43, n. 3, pp. 489–524. doi: 10.1111/j.1540-5915.2012.00357.x. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1540-5915.2012.00357.x>>.
- [2] LÓPEZ-NICOLÁS, C., ÁNGEL L. MEROÑO-CERDÁN. “Strategic knowledge management, innovation and performance”, *International Journal of Information Management*, v. 31, n. 6, pp. 502 – 509, 2011. ISSN: 0268-4012. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2011.02.003>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268401211000211>>.
- [3] IYER, G., RAVINDRAN, S. “Organizational commitment, knowledge management initiative importance and success likelihood as antecedents of knowledge sharing intention: An exploratory study”. In: *19th Americas Conference on Information Systems, AMCIS 2013 - Hyperconnected World: Anything, Anywhere, Anytime*, v. 4, pp. 2654–2659, 2013. ISBN: 9781629933948.
- [4] VASILECAS, O., SAVICKAS, T., NORMANTAS, K., et al. “A goal-oriented approach to dynamic business process simulation”, *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, v. 291, pp. 143–154, 2016. doi: 10.3233/978-1-61499-714-6-143. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85054938030&doi=10.3233%2F978-1-61499-714-6-143&partnerID=40&md5=b43e421f2d7d4ff23d8031b87fa95966>>.
- [5] RUSINAITE, T., KALIBATIENE, D., VASILECAS, O. “Requirements of dynamic business processes-A survey”. In: *Advances in Information, Electronic and Electrical Engineering, AIEEE 2015 - Proceedings of the 2015 IEEE 3rd Workshop*, 2015. doi: 10.1109/AIEEE.2015.7367312. Disponível em: <<https://www>.

scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84962860801{&}doi=10.1109{&}2FAIEEE.2015.7367312{&}partnerID=40{&}md5=bae43d1153a6a1ba89a2cc47ee1999ba>.

- [6] AYORA, C., TORRES, V., PELECHANO, V., et al. “Applying CVL to business process variability management”. In: *Proceedings of the VARIability for You Workshop: Variability Modeling Made Useful for Everyone, VARY 2012*, pp. 26–31, 2012. doi: 10.1145/2425415.2425421. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84873851449{&}doi=10.1145{&}2F2425415.2425421{&}partnerID=40{&}md5=0f1e008ee8256f4c9ef42686913815b5>>.
- [7] GINSBERG, M. P., QUINN, L. H. *Process Tailoring and the the Software Capability Maturity Model*. Relatório técnico, Software Engineering Institute (SEI), 1995. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/d674/359d6ea076eb1650dff7740a26a153619de1.pdf>>.
- [8] LOW, W. Z., VAN DER AALST, W. M. P., TER HOFSTEDÉ, A. H. M., et al. “Change visualisation: Analysing the resource and timing differences between two event logs”, *Information Systems*, v. 65, pp. 106–123, 2017. doi: 10.1016/j.is.2016.10.005. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85007420525{&}doi=10.1016{&}2Fj.is.2016.10.005{&}partnerID=40{&}md5=79ea957c7b3c50f304e152e419334032>>.
- [9] LIU, K., YAN, Z., WANG, Y., et al. “Efficient syntactic process difference detection and its application to process similarity search”, *International Journal of Industrial Engineering : Theory Applications and Practice*, v. 22, n. 4, pp. 467–479, 2015. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84963997711&partnerID=40&md5=967558e109b7a87177450fdb209ae1cc>>. cited By 1.
- [10] WANG, J., CAO, B., FAN, J., et al. “FB-Diff: A Feature Based Difference Detection Algorithm for Process Models”. In: *Proceedings - 2017 IEEE 24th International Conference on Web Services, ICWS 2017*, pp. 604–611, 2017. doi: 10.1109/ICWS.2017.71. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85032342489{&}doi=10.1109{&}2FICWS.2017.71{&}partnerID=40{&}md5=3e62c8f599524af415975507950a577a>>.

- [11] GALL, M., WALLNER, G., KRIGLSTEIN, S., et al. “A study of different visualizations for visualizing differences in process models”, *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, v. 9382, pp. 99–108, 2015. ISSN: 03029743. doi: 10.1007/978-3-319-25747-1_10. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84952328891&doi=10.1007%7D978-3-319-25747-1%7D10&partnerID=40&md5=b7d726ea5016bb1b63c2588cfd6c71a4>>.
- [12] KRIGLSTEIN, S., WALLNER, G., RINDERLE-MA, S. “A visualization approach for difference analysis of process models and instance traffic”, *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, v. 8094 LNCS, pp. 219–226, 2013. ISSN: 03029743. doi: 10.1007/978-3-642-40176-3_18. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84881236918&doi=10.1007%7D978-3-642-40176-3%7D18&partnerID=40&md5=cd41e3becf9b4dbe0285fdb44a77aee1>>.
- [13] WANG, H. J., ZHAO, J. L. “Constraint-centric workflow change analytics”, *Decision Support Systems*, v. 51, n. 3, pp. 562–575, 2011. doi: 10.1016/j.dss.2011.03.001. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-79955905440&doi=10.1016%7Dj.dss.2011.03.001&partnerID=40&md5=30055bbfe4075d391dd6d60af2a3ee81>>.
- [14] KHELLADI, D. E., BENDRAOU, R., HEBIG, R., et al. “Coadapting multidimension process properties”, *Journal of Software: Evolution and Process*, v. 29, n. 11, 2017. doi: 10.1002/smr.1860. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85017214601&doi=10.1002%7Dsmr.1860&partnerID=40&md5=845082e4ae33231207d72f01cef02092>>.
- [15] AYORA, C., TORRES, V., WEBER, B., et al. “VIVACE: A framework for the systematic evaluation of variability support in process-aware information systems”, *Information and Software Technology*, v. 57, n. 1, pp. 248–276, 2015. doi: 10.1016/j.infsof.2014.05.009. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84922679471&doi=10.1016%7Dj.infsof.2014.05.009&partnerID=40&md5=301f8cf935af319adc92f918b6b9b51d>>.

- [16] KUNCHALA, J., YU, J., YONGCHAREON, S., et al. “Towards merging collaborating processes for artifact lifecycle synthesis”. In: *ACM International Conference Proceeding Series*, 2017. doi: 10.1145/3014812.3014864. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85014950294&doi=10.1145/3014812.3014864&partnerID=40&md5=633b0a7a3fac4e8ef37b9c730979f9f6>>.
- [17] CURTIS, B., KELLNER, M. I., OVER, J. “Process Modeling”, *Communications of the ACM*, v. 35, n. 9, pp. 75–90, 1992. doi: 10.1145/130994.130998. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0026923229&doi=10.1145/130994.130998&partnerID=40&md5=cbae721c029f980bf3ebee8b7b8b1ee3>>.
- [18] ZEISING, M., SCHONIG, S., JABLONSKI, S. “Towards a common platform for the support of routine and agile business processes”. In: *CollaborateCom 2014 - Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Collaborative Computing: Networking, Applications and Worksharing*, pp. 94–103, 2015. doi: 10.4108/icst.collaboratecom.2014.257269. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84922972065&doi=10.4108/icst.collaboratecom.2014.257269&partnerID=40&md5=265c0db66d0941a8a061d1729b264b30>>.
- [19] JASIULEWICZ-KACZMAREK, M., WASZKOWSKI, R., PIECHOWSKI, M., et al. “Implementing BPMN in Maintenance Process Modeling”. In: Świńkatek, J., Borzemski, L., Wilimowska, Z. (Eds.), *Information Systems Architecture and Technology: Proceedings of 38th International Conference on Information Systems Architecture and Technology – ISAT 2017*, pp. 300–309, Cham, 2018. Springer International Publishing. ISBN: 978-3-319-67229-8.
- [20] CHINOSI, M., TROMBETTA, A. “BPMN: An introduction to the standard”, *Computer Standards and Interfaces*, v. 34, n. 1, pp. 124–134, 2012. doi: 10.1016/j.csi.2011.06.002. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-81855222049&doi=10.1016/j.csi.2011.06.002&partnerID=40&md5=8fad4387ed4b0464765c242c675a436>>.
- [21] OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG). “Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0”, *Business*, v. 50, n. January, pp. 170,

2011. ISSN: 13507540. doi: 10.1007/s11576-008-0096-z. Disponível em: <<http://books.google.com/books?id=GjmLqXNYFS4C&pgis=1>>.

- [22] PILLAT, R. M., OLIVEIRA, T. C., FONSECA, F. L. “Introducing software process tailoring to BPMN: BPMNt”. In: *2012 International Conference on Software and System Process, ICSSP 2012 - Proceedings*, pp. 58–62, Zurich, 2012. ISBN: 9781467323529. doi: 10.1109/ICSSP.2012.6225981. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84864352756&doi=10.1109/ICSSP.2012.6225981&partnerID=40&md5=5454f76cbeb03f403888ad685340c9c4>>.
- [23] PILLAT, R. M., OLIVEIRA, T. C., ALENCAR, P. S. C., et al. “BPMNt: A BPMN extension for specifying software process tailoring”, *Information and Software Technology*, v. 57, n. 1, pp. 95–115, 2015. ISSN: 09505849. doi: 10.1016/j.infsof.2014.09.004. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84922573030&doi=10.1016/j.infsof.2014.09.004&partnerID=40&md5=ff6f482c1a4f562e48b8aff82ea585a0>>.
- [24] PILLAT, R. M., OLIVEIRA, T. C. “A Representation Structure for Software Process Tailoring Based on BPMN High-level Operations”. In: *Proceedings of the 31st Annual ACM Symposium on Applied Computing, SAC '16*, pp. 1576–1579, New York, NY, USA, 2016. ACM. ISBN: 978-1-4503-3739-7. doi: 10.1145/2851613.2851983. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2851613.2851983>>.
- [25] PILLAT, R. M. *BPMNt: A Proposal for Flexible Process Tailoring Representation in BPMN*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/publicacao/2825.pdf>>.
- [26] HAHN, M., BREITENBÜCHER, U., KOPP, O., et al. “Modeling and execution of data-aware choreographies: an overview”, *Computer Science - Research and Development*, v. 33, n. 3-4, pp. 329–340, 2018. doi: 10.1007/s00450-017-0387-y. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85029605460&doi=10.1007/s00450-017-0387-y&partnerID=40&md5=3083de7ec788c6cc935e6717a52fa44c>>.
- [27] PEFERS, K., TUUNANEN, T., ROTHENBERGER, M. A., et al. “A design science research methodology for information systems research”, *Journal*

of *Management Information Systems*, v. 24, n. 3, pp. 45–77, 2007. doi: 10.2753/MIS0742-122240302. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-39749104751&doi=10.2753%2FMIS0742-122240302&partnerID=40&md5=7197b8ba5d16cb8db9717e8cd7d9072b>>.

- [28] BRAUN, R., SCHLIETER, H. “Requirements-based development of BPMN extensions: The case of clinical pathways”. pp. 39–44, 2014. doi: 10.1109/REBPM.2014.6890734. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84908609298&doi=10.1109%2fREBPM.2014.6890734&partnerID=40&md5=22bf8adedfc4acc94b9be87a0ae6b090>>. cited By 11.
- [29] STROPPI, L., CHIOTTI, O., VILLARREAL, P. “Extending BPMN 2.0: Method and tool support”, *Lecture Notes in Business Information Processing*, v. 95 LNBIP, pp. 59–73, 2011. doi: 10.1007/978-3-642-25160-3_5. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-81855183872&doi=10.1007%2f978-3-642-25160-3_5&partnerID=40&md5=7d1281649eddf9b76e3c6c2693f3e349>. cited By 44.
- [30] JASIULEWICZ-KACZMAREK, M., WASZKOWSKI, R., PIECHOWSKI, M., et al. “Implementing BPMN in Maintenance Process Modeling”, *Advances in Intelligent Systems and Computing*, v. 656, pp. 300–309, 2018. doi: 10.1007/978-3-319-67229-8_27. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85029531992&doi=10.1007%2f978-3-319-67229-8%2f27&partnerID=40&md5=ef6975f4d59451e5d7bcffb8820b3963>>.
- [31] AAGESEN, G., KROGSTIE, J. “BPMN 2.0 for Modeling Business Processes”. In: vom Brocke, J., Rosemann, M. (Eds.), *Handbook on Business Process Management 1: Introduction, Methods, and Information Systems*, pp. 219–250, Berlin, Heidelberg, Springer Berlin Heidelberg, 2015. ISBN: 978-3-642-45100-3. doi: 10.1007/978-3-642-45100-3_10. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-45100-3_10>.
- [32] HERDEN, A., FARIAS, P. P. M., ALBUQUERQUE, A. B. “An Approach Based on BPMN to Detail Use Cases”. In: Elleithy, K., Sobh, T. (Eds.), *New Trends in Networking, Computing, E-learning, Systems Sciences, and Engineering*, pp. 537–544, Cham, 2015. Springer International Publishing. ISBN: 978-3-319-06764-3.

- [33] OBJECT MANAGEMENT GROUP (OMG). “Business Process Definition MetaModel (BPDM), Process Definitions”, v. II, n. November, 2008.
- [34] BRAUN, R., ESSWEIN, W. “Classification of domain-specific bpmn extensions”, *Lecture Notes in Business Information Processing*, v. 197, pp. 42–57, 2014. doi: 10.1007/978-3-662-45501-2_4. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84916229046&doi=10.1007%7D2F978-3-662-45501-2%7D4&partnerID=40&md5=b1959101d36ca5844e2dcfefb7673e53>>.
- [35] RAMOS-MERINO, M., ÁLVAREZ SABUCEDO, L., SANTOS-GAGO, J., et al. “A BPMN Based Notation for the Representation of Workflows in Hospital Protocols”, *Journal of Medical Systems*, v. 42, n. 10, 2018. doi: 10.1007/s10916-018-1034-2. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85052573058&doi=10.1007%2Fs10916-018-1034-2&partnerID=40&md5=5717d130a92fca4a2559bcee552af6ae>>. cited By 0.
- [36] AMDAH, L., ANWAR, A. “BPMN Profile for Collaborative Business Process”. v. 2018-October, pp. 42–47, 2018. doi: 10.1109/CIST.2018.8596422. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061433884&doi=10.1109%2fCIST.2018.8596422&partnerID=40&md5=4490442bc43bbdbb0e74cf8e89566216>>. cited By 0.
- [37] GRAJA, I., KALLEL, S., GUERMOUCHE, N., et al. “Modelling and verifying time-aware processes for cyber-physical environments”, *IET Software*, v. 13, n. 1, pp. 36–48, 2019. doi: 10.1049/iet-sen.2018.5034. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85061324483&doi=10.1049%2fiet-sen.2018.5034&partnerID=40&md5=301e499d02eec6d3588c6aa36eabd66c>>. cited By 0.
- [38] WEBER, B., REICHERT, M., RINDERLE-MA, S. “Change patterns and change support features - Enhancing flexibility in process-aware information systems”, *Data and Knowledge Engineering*, v. 66, n. 3, pp. 438–466, 2008. doi: 10.1016/j.datak.2008.05.001. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-47849117407&doi=10.1016%7D2Fj.datak.2008.05.001&partnerID=40&md5=2d9e1c87fbc265dce59172447de28721>>.
- [39] BRANCO, M. C., XIONG, Y., CZARNECKI, K., et al. “A case study on consistency management of business and IT process models in

banking”, *Software and Systems Modeling*, v. 13, n. 3, pp. 913–940, 2014. doi: 10.1007/s10270-013-0318-8. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84903484258&doi=10.1007%2Fs10270-013-0318-8&partnerID=40&md5=0cdb8c26c55633ac2bf7a11245838683>>.

- [40] PILLAT, R. M., SANTOS, R. M. S., OLIVEIRA, T. C. “Systematic Literature Review on BPMN-based Process Adaptation Approaches”. In: *XV Brazilian Symposium on Information Systems (SBSI’19)*, Aracaju, Brasil, 2019. ACM. doi: 10.1145/3330204.3330242.
- [41] LOHMANN, N., NYOLT, M. “Artifact-Centric Modeling Using BPMN”. In: Pallis, G., Jmaiel, M., Charfi, A., et al. (Eds.), *Service-Oriented Computing - ICSOC 2011 Workshops*, pp. 54–65, Berlin, Heidelberg, 2012. Springer Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-642-31875-7.
- [42] DELGADO, A., CALEGARI, D. “BPMN 2.0 based modeling and customization of variants in business process families”. In: *2017 43rd Latin American Computer Conference, CLEI 2017*, v. 2017-Janua, pp. 1–9, 2017. doi: 10.1109/CLEI.2017.8226450. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85046429934&doi=10.1109%2FCLEI.2017.8226450&partnerID=40&md5=9736b924ae74b96541d71219fb71e400>>.
- [43] BEN SAID, I., CHAÂBANE, M., ANDONOFF, E., et al. “BPMN4V for Modeling and Handling Versions of BPMN Collaborations and Choreographies”, *Communications in Computer and Information Science*, v. 764, pp. 99–123, 2017. doi: 10.1007/978-3-319-67876-4_5. Disponível em: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85033718260&doi=10.1007%2f978-3-319-67876-4_5&partnerID=40&md5=3b3084e2daef829bd0ffecb34398a755>. cited By 0.
- [44] LASSOUED, Y., NURCAN, S. “Modeling Contextualized Flexible Cloud Workflow Services: An MDE based approach”. In: *2017 11th International Conference on Research Challenges in Information Science (RCIS)*, pp. 44–55, May 2017. doi: 10.1109/RCIS.2017.7956516.
- [45] KÜSTER, J. M., GERTH, C., FÖRSTER, A., et al. “Detecting and Resolving Process Model Differences in the Absence of a Change Log”. In: Dumas, M., Reichert, M., Shan, M.-C. (Eds.), *Business Process Management*, pp. 244–260, Berlin, Heidelberg, 2008. Springer Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-540-85758-7.

- [46] SANTOS, R. M. S., OLIVEIRA, T. C., E ABREU, F. B. “Mining Software Development Process Variations”. In: *Proceedings of the 30th Annual ACM Symposium on Applied Computing, SAC '15*, pp. 1657–1660, New York, NY, USA, 2015. ACM. ISBN: 978-1-4503-3196-8. doi: 10.1145/2695664.2696046. Disponível em: <<http://doi.acm.org/10.1145/2695664.2696046>>.
- [47] PINI, A., BROWN, R., WYNN, M. T. “Process visualization techniques for multi-perspective process comparisons”, *Lecture Notes in Business Information Processing*, v. 219, pp. 183–197, 2015. ISSN: 18651348. doi: 10.1007/978-3-319-19509-4_14.
- [48] GALL, M., WALLNER, G., KRIGLSTEIN, S., et al. “Differencegraph - A ProM plugin for calculating and visualizing differences between processes”. In: Zugal S., D. F. (Ed.), *CEUR Workshop Proceedings*, v. 1418, pp. 65–69. CEUR-WS, 2015. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84940379065-&partnerID=40-&md5=318650e80fb30a2a9eb7fdb1d9ce51be>>.
- [49] KOPPEL, S., ZHANG, Z., CHANG, S., et al. “Visualization of multivariate process changes using a sample entropy approach”. pp. 128–136, 2015. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84970943683&partnerID=40&md5=48ae55bb691731221840626eae98ce23>>. cited By 0.
- [50] MARTÍNEZ-RUIZ, T., MÜNCH, J., GARCÍA, F., et al. “Requirements and constructors for tailoring software processes: a systematic literature review”, *Software Quality Journal*, v. 20, n. 1, pp. 229–260, mar 2012. ISSN: 1573-1367. doi: 10.1007/s11219-011-9147-6. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11219-011-9147-6>>.
- [51] BOLT, A., DE LEONI, M., VAN DER AALST, W. M. “Process variant comparison: Using event logs to detect differences in behavior and business rules”, *Information Systems*, v. 74, pp. 53 – 66, 2018. ISSN: 0306-4379. doi: <https://doi.org/10.1016/j.is.2017.12.006>. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306437916305257>>. In: *Information Systems Engineering: selected papers from CAiSE 2016*.
- [52] KOPP, O., BINZ, T., BREITENBÜCHER, U., et al. “A domain-specific modeling tool to model management plans for composite applications”. In: *CEUR Workshop Proceedings*, v. 1360, pp. 51–54, 2015. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/>

record.uri?eid=2-s2.0-84930731993{&}partnerID=40{&}md5=98353254d4f9bc3e677a48eb62719f4c>.

- [53] LEE, N., KIM, D., KIM, M., et al. “A Version Management Method for Managing Business Process Changes Based on Version-Stamped Business Process Change Patterns”. In: *2008 3rd International Conference on Innovative Computing Information and Control*, pp. 243–243, June 2008. doi: 10.1109/ICICIC.2008.103.
- [54] COBENA, G., ABITEBOUL, S., MARIAN, A. “Detecting changes in XML documents”. In: *Proceedings 18th International Conference on Data Engineering*, pp. 41–52, Feb 2002. doi: 10.1109/ICDE.2002.994696.
- [55] PRESSMAN, R. *Software Engineering: A Practitioner’s Approach*. 7th edition. New York, NY, USA, McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 2011. ISBN: 0078022126.
- [56] VELLIDO, A., MARTÍN, J. D., ROSSI, F., et al. “Seeing is believing: The importance of visualization in real-world machine learning applications”, *European Symposium on Artificial Neural Networks (ESSAN)*, , n. 11, pp. 219–226, 2011. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?rep=rep1{&}type=pdf{&}doi=10.1.1.226.8967>>.
- [57] ROHRER, M. W. “Proceedings of the 2000 Winter Simulation Conference”, pp. 1211–1216, 2000.
- [58] JURISTO, N., MORENO, A. M. *Basics of Software Engineering Experimentation*. Springer Publishing Company, Incorporated, 2010. ISBN: 1441950117, 9781441950116.
- [59] BASILI, V., CALDIERA, G., ROMBACH, D. “The goal question metric approach”, *Encyclopedia of Software Engineering*, v. 1, pp. 528–532, 1994.
- [60] SHULL, F., CARVER, J., TRAVASSOS, G. “An empirical methodology for introducing software processes”. pp. 288–296, 2001. Disponível em: <<https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0035784001&partnerID=40&md5=3ab2faf9d390b682242c0dce2f6b858b>>. cited By 86.
- [61] RUNESON, P., HÖST, M. “Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering”, *Empirical Software Engineering*, v. 14, n. 2, pp. 131, Dec 2008. ISSN: 1573-7616. doi: 10.1007/s10664-008-9102-8. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10664-008-9102-8>>.

- [62] TRAVASSOS, G. *Introdução à engenharia de software experimental*. RT-ES-590/02. UFRJ, 2002. Disponível em: <<https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/es59002.pdf>>.
- [63] WOHLIN, C., RUNESON, P., HÖST, M., et al. *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*. Norwell, MA, USA, Kluwer Academic Publishers, 2000. ISBN: 0-7923-8682-5.
- [64] SGANDERLA, K. “Um guia para iniciar estudos em BPMN (I): Atividades e sequência”. 2012. Disponível em: <<http://blog.iprocess.com.br/2012/11/um-guia-para-iniciar-estudos-em-bpmn-i-atividades-e-sequencia/>>.

Apêndice A

Catálogo de operações da extensão BPMNt++

A.1 Delete Data

Objetivo: Remoção de artefato de dados no processo adaptado.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, o artefato de dados não é mais necessário para a execução do processo, sendo necessária a sua remoção.

Descrição: Uma variação do processo define um elemento da classe *Data*, pertencente ao processo base, que será removido na adaptação do processo, identificado a partir do atributo definido pelo parâmetro `removedElement`.

Elemento(s): *Data Object*, *Data Input*, ou *Data Output*.

Parâmetros: `removedElement(BPMN:ItemAwareElement)`

Pré-condições:

1. O atributo fornecido para o parâmetro `removedElement` deve pertencer ao subtipo *Data* do BPMN.

Pós-condições:

1. Se o elemento da classe *Data* for excluído e houverem outros elementos da classe *Data* que o referenciem, como por exemplo *DataObjectReference*, *DataInputReference* ou *DataOutputReference*, estes objetos também serão excluídos do processo.
2. Arestas do tipo *DataAssociation* devem ser excluídas se o elemento da classe *Data* estiver associado a algum outro elemento da classe *Activity*, *Event* ou *SequenceFlow*.

Representação:



Figura A.1: Representação da operação Delete Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Delete Artifact (KHELLADI *et al.* [14])

Exemplo: Em uma adaptação do processo de simulação de envelhecimento térmico (HAHN *et al.* [26]), o elemento *Data Object* “video” não é produzido para todos os tipos de simulações executadas, necessitando sua exclusão do processo.

A.2 Insert Data

Objetivo: Inserção de artefato de dados no processo adaptado.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, há a necessidade da inclusão de um novo artefato de dados em função da mudança de contexto da execução do processo.

Descrição: Uma variação do processo determina que um elemento do tipo *Data*, definido pelo parâmetro `addElement`, deve ser adicionado a adaptação do processo base, vinculado a um elemento deste processo definido pelo parâmetro `joinElement`. O parâmetro `addElement` recebe como atributos o nome descritivo do elemento que será incluído no processo e seu tipo. Além desses parâmetros, é possível definir o sentido da associação entre os elementos do processo, utilizando o parâmetro `flowDirection`.

Elemento(s): Data Object, Data Input, ou Data Output.

Parâmetros: `joinElement(BPMN:BaseElement)`, `addElement(String, BPMN:ItemAwareElement)`, `flowDirection(BPMN:BaseElement = null)`

Pré-condições:

1. O atributo do tipo `BPMN:ItemAwareElement`, definido para o parâmetro `addElement`, deve ser do tipo `Data` do BPMN;
2. O parâmetro `flowDirection` só deve ser preenchido se o elemento definido pelo parâmetro `joinElement` pertencer a classe *Activity*, *Event* ou *SequenceFlow*;

3. O atributo do tipo BPMN:BaseElement, definido para o parâmetro joinElement, deve ser preenchido com um dos atributos fornecidos para os parâmetros joinElement ou addElement, impedindo que a associação seja realizada com outro elemento que não esteja envolvido com a operação.

Pós-condições:

1. Elementos do tipo *DataObject* só podem ser vinculados a elementos da classe *Activity*, *Event*, *SequenceFlow*, *Pool* ou *Process*;
2. Elementos do tipo *DataInput* ou *DataOutput* só podem ser vinculados a elementos da classe *Activity*, *Event*, *Pool* ou *Process*;
3. Se o elemento definido no parâmetro joinElement for da classe *Activity*, *Event* ou *SequenceFlow*, um conector do tipo *DataAssociation* deve ser incluído no processo, associando o elemento da classe *Data* inserido e o elemento definido no parâmetro joinElement;

Representação:



Figura A.2: Representação da operação Insert Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Add Element (KHELLADI *et al.* [14])

Exemplo: Em uma variação do processo de *check-in* em companhias aéreas (AYORA *et al.* [15]), pode ser necessário que, além do envio eletrônico, seja impresso o cartão de embarque do passageiro. Neste caso, o elemento *Data Object* “Paper boarding card” pode ser adicionado ao elemento da classe *Activity* “Print boarding card”.

A.3 Split Data

Objetivo: Divisão de um artefato de dados em dois artefatos de dados do mesmo tipo, cada qual com uma parte do conteúdo original.

Motivação: Em uma adaptação do processo base pode ser necessário que um artefato de dados seja dividido para ser melhor aproveitado pelo processo. Essa melhoria pode envolver a reutilização de parte deste artefato em outro momento no processo, ou então uma melhor representação das informações contidas nestes artefatos.

Descrição: Uma variação do processo define a necessidade da divisão de um elemento da classe *Data*, que será substituído por um par de novos elementos da classe *Data* na adaptação do processo base, definidos através do parâmetro `targetElement`.

Elemento(s): *Data Object*, *Data Input*, ou *Data Output*.

Parâmetros: `targetElement(BPMN:ItemAwareElement)`

Pré-condições:

1. O atributo fornecido para o parâmetro `targetElement` deve pertencer ao sub-tipo *Data* do BPMN.

Pós-condições:

1. A divisão de um elemento da classe *Data* deve resultar na inclusão de dois elementos deste mesmo tipo no processo adaptado;
2. Ambos os elementos da classe *Data* originários da divisão do elemento original devem manter a associação existente no elemento original;
3. Se o elemento *DataObject* original estiver vinculado a um elemento da classe *Activity*, *Event* ou *SequenceFlow*, deve-se duplicar também as arestas do tipo *DataAssociation*, mantendo-se seus parâmetros originais;
4. Se o elemento *DataInput* ou *DataOutput* original estiver vinculado a um elemento da classe *Activity* ou *Event*, deve-se duplicar também as arestas do tipo *DataAssociation*, mantendo-se seus parâmetros originais;
5. O parâmetro `name` dos elementos da classe *Data* resultantes da operação *Split-Data* devem ser diferentes.

Representação:

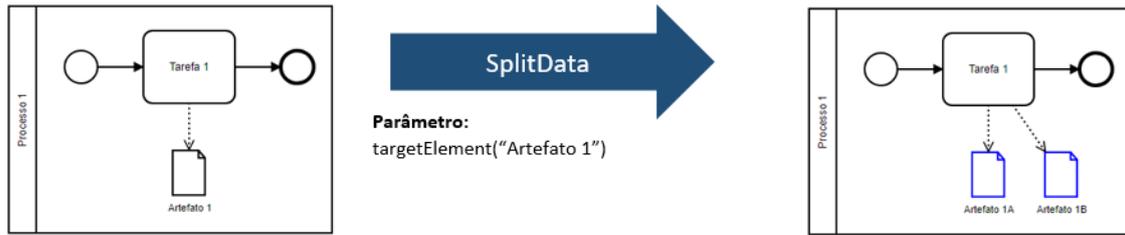


Figura A.3: Representação da operação Split Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Split Artifact (KHELLADI *et al.* [14]) & TraDE Approach (HAHN *et al.* [26])

Exemplo: Em uma adaptação do processo de simulação de envelhecimento térmico (HAHN *et al.* [26]), o elemento *Data Object* “allClusters” pode ser dividido em dois outros elementos do tipo *Data Object*, permitindo a divisão da informação dos clusters em dois artefatos.

A.4 Merge Data

Objetivo: Fusão de dois artefatos de dados de um mesmo tipo, unificando suas informações em um único artefato.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, dois artefatos são melhor representados como um só, simplificando sua utilização no processo.

Descrição: Uma variação do processo define que um elemento da classe *Data* substituirá um par de elemento da classe *Data* na adaptação do processo, identificados pelos parâmetros *firstElement* e *secondElement*, que terão seus conteúdos unificados.

Elemento(s): Data Object, Data Input, ou Data Output.

Parâmetros: `firstElement(BPMN:ItemAwareElement)`, `secondElement(BPMN:ItemAwareElement)`

Pré-condições:

1. O atributo fornecido para o parâmetro `firstElement` deve pertencer ao subtipo Data do BPMN;
2. O atributo fornecido para o parâmetro `secondElement` deve pertencer ao subtipo Data do BPMN;
3. Elementos dos tipos `DataObject`, `DataInput` e `DataOutput` só podem ser fundidos a elementos do mesmo tipo. Neste caso, os tipos dos elementos apresen-

tados como atributos para os parâmetros `firstElement` e `secondElement` devem ser os mesmos;

4. Só é permitida a fusão de elementos da classe `Data` que estiverem associados ao(s) mesmo(s) elemento(s) do processo base. Neste caso, elementos apresentados como atributos para os parâmetros `firstElement` e `secondElement` devem estar associados a um mesmo elemento.

Pós-condições:

1. Se ambos os elementos da classe `Data` no processo base estiverem associados a um elemento da classe `Activity` ou `Event`, deverá ser incluído na fusão os conectores do tipo `DataAssociation`.
2. Caso seja necessária a inserção de um conector do tipo `DataAssociation` durante a fusão, deve-se manter os mesmos valores existentes nos elementos originais para os parâmetros do BPMN transformation, `assignment`, `sourceRef` e `targetRef`.

Representação:

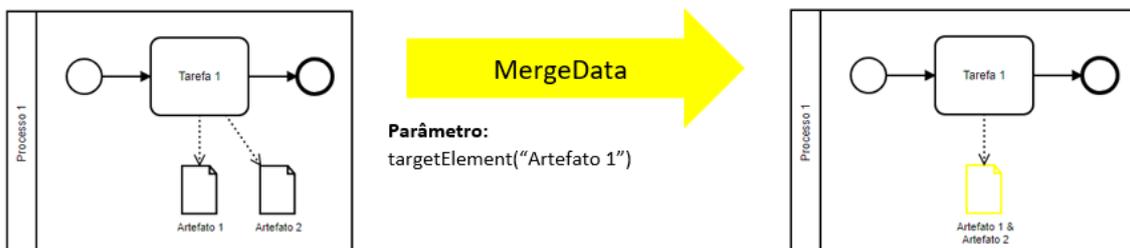


Figura A.4: Representação da operação Merge Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Merge Artifact (KHELLADI *et al.* [14]) & TraDE Approach (HAHN *et al.* [26])

Exemplo: Em uma adaptação do processo comprador-vendedor (KUNCHALA *et al.* [16]), os elementos do tipo `DataObject` “Product [In Stock]” e “Product [Made]” podem ser fundidos em um único elemento do tipo `DataObject` “Product [Available]”.

A.5 Replace Data

Objetivo: Substituição de um artefato de dados por um novo artefato de dados da classe `Data`.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, pode ser necessário que um artefato de dados seja substituído por um outro artefato de dados que se adeque melhor para o novo contexto de execução.

Descrição: Uma variação do processo define um elemento da classe *Data*, definido pelo parâmetro `replacedBy`, que substituirá um outro elemento da classe *Data*, definido pelo parâmetro `replaceElement`, existente na adaptação do processo base. O parâmetro `replacedBy` recebe como parâmetros o nome descritivo do novo elemento, além do tipo do novo elemento substituto.

Elemento(s): *Data Object*, *Data Input*, ou *Data Output*.

Parâmetros: `replaceElement(BPMN:ItemAwareElement)`, `replacedBy(String, BPMN:ItemAwareElement)`

Pré-condições:

1. O atributo fornecido para o parâmetro `replaceElement` deve pertencer ao sub-tipo `Data` do BPMN;
2. O atributo fornecido para o parâmetro `replacedBy` deve pertencer ao subtipo `Data` do BPMN;
3. Se um elemento do tipo *DataObject* estiver associado a um elemento do tipo *SequenceFlow*, não é permitido que o parâmetro `replacedBy` receba como atributos elementos do tipo *DataInput* ou *DataOutput*.

Pós-condições:

1. Se um elemento da classe *Data* estiver associado a um elemento da classe *Activity* ou *Event*, os parâmetros de associação entre os elementos devem ser alterados de acordo com o elemento definido pelo parâmetro `replacedBy`, garantindo que um *Data Output* não seja a origem de uma associação, bem como um *Data Input* receba uma associação;
2. Se um elemento do tipo *DataObject* estiver associado a um elemento do tipo *SequenceFlow*, os parâmetros de associação entre os elementos não devem ser alterados;
3. Um conector *DataAssociation* não pode ter como parâmetro de destino um evento de captura (*catch event*);
4. Um conector *DataAssociation* não pode ter como parâmetro de origem um lançamento de evento (*throw event*);
5. Um elemento do tipo *DataInput* não pode estar associado a um evento de captura (*catch event*);
6. Um elemento do tipo *DataOutput* não pode estar associado a um lançamento de evento (*throw event*).

Representação:

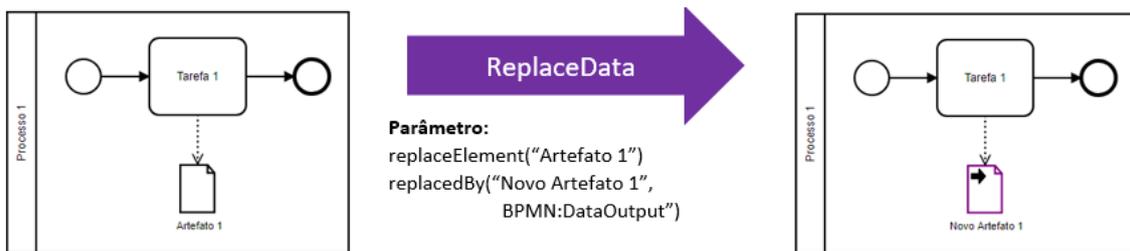


Figura A.5: Representação da operação Replace Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Replace/Rename Artifact (KHELLADI *et al.* [14])

Exemplo: Em uma variação do processo de *check-in* em companhias aéreas (AYORA *et al.* [15]), o elemento *Data Object* “Eletronic boarding card” pode ser substituído pelo elemento *Data Object* “Paper boarding card”.

A.6 Rename Data

Objetivo: Alteração do nome descritivo de um artefato de dados.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, pode ser necessário que o nome descritivo do artefato de dados seja alterado para se adequar melhor ao novo cenário de execução, sem que haja a necessidade de alteração de seu conteúdo e parâmetros.

Descrição: Uma variação do processo define um elemento da classe *Data* que será renomeado em relação ao processo base, definido pelo parâmetro `renamedElement`. O atributo fornecido para o parâmetro `newNameElement` determina o novo nome definido para o elemento do tipo *Data*.

Elemento(s): Data Object, Data Input, ou Data Output

Parâmetros: `renamedElement(BPMN:ItemAwareElement)`, `newNameElement(String)`

Pré-condições:

1. O atributo fornecido para o parâmetro `renamedElement` deve pertencer ao subtipo *Data* do BPMN;
2. O atributo fornecido para o parâmetro `newNameElement` não pode possuir o mesmo nome descritivo dado a outro elemento da classe *Data*.

Pós-condições:

1. O elemento renomeado deverá possuir o mesmo tipo do elemento do processo original.

Representação:

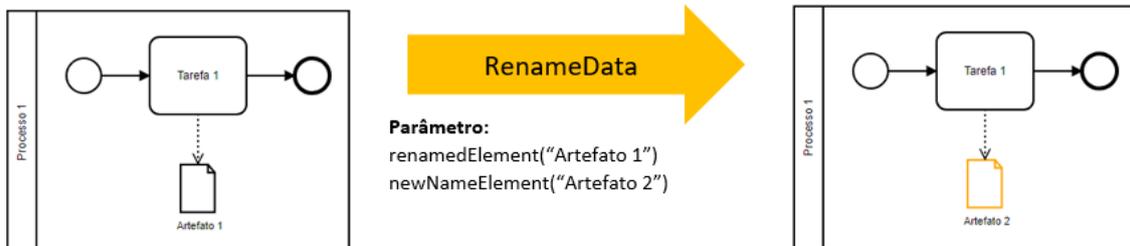


Figura A.6: Representação da operação Rename Data definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Replace/Rename Artifact (KHELLADI *et al.* [14])

Exemplo: Em uma variação do processo de *check-in* em companhias aéreas (AYORA *et al.* [15]), o elemento *Data Object* “Eletronic boarding card” pode ser renomeado como “Paper boarding card”.

A.7 Insert Pool

Objetivo: Inserir um participante na adaptação do processo base.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, a introdução de um novo participante na coreografia ou na colaboração é necessária para que seja possível alcançar o sucesso na execução do fluxo de atividades do processo.

Descrição: Uma variação do processo define um elemento do tipo Pool, definido pelo parâmetro `addElement`, que será inserido na adaptação do processo base, definido através do parâmetro `joinElement`. O parâmetro `addElement` recebe como atributo o nome descritivo do novo participante incluído.

Elemento(s): Pool

Parâmetros: `joinElement(BPMN:Participant)`, `addElement(String)`

Pré-condições:

1. O processo base deve ser do tipo Colaboração ou Coreografia;
2. Não haver elementos não encapsulados por outra Pool.

Pós-condições:

1. A Pool inserida deverá ser caixa preta;
2. O nome descritivo da Pool inserida não poderá ser igual ao de nenhuma outra Pool pertencente à mesma colaboração ou coreografia.

Representação:

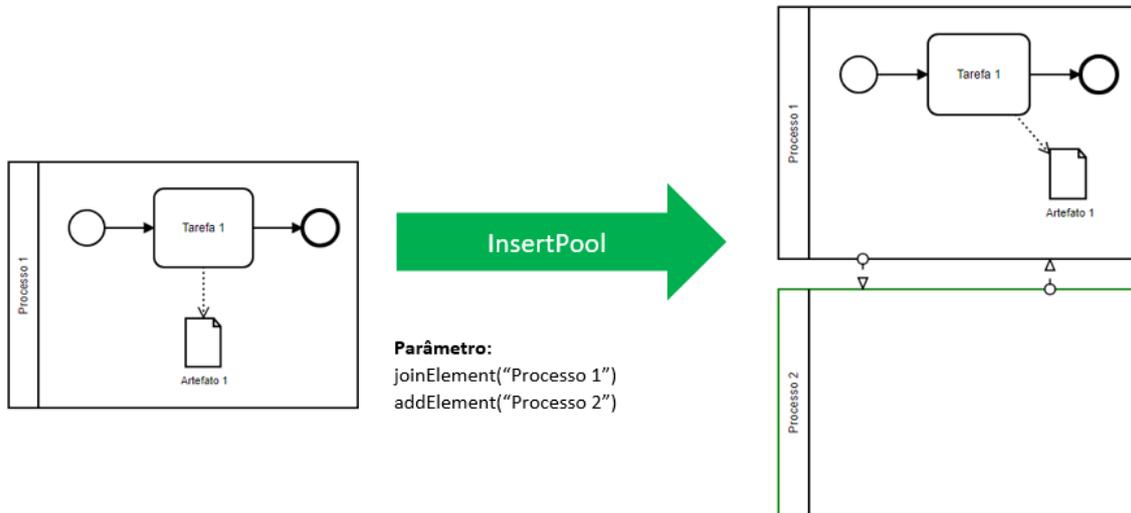


Figura A.7: Representação da operação Insert Pool definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Approach to manage variability in Business Process (AYORA *et al.* [6])

Exemplo: Em uma adaptação do processo comprador-vendedor (KUNCHALA *et al.* [16]), a representação do processo envolvido no fornecedor do produto ao vendedor pode ser importante. Para tal há a necessidade de inserção do participante “Supplier” através da inserção de um elemento do tipo *Pool* de mesmo nome.

A.8 Split Pool

Objetivo: Dividir um participante em dois novos participantes na adaptação do processo base.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, um participante pode ser melhor representado quando separado em dois novos participantes. Isso pode acontecer para especificar melhor a participação de cada ator do processo, por exemplo. Outro motivo para a separação é apresentado em KUNCHALA *et al.* [16], onde a separação dos participantes pode ser utilizada para transformar um processo centrado em artefatos em um processo centrado em atividades.

Descrição: Uma variação do processo define a separação do elemento do tipo *Pool* presente no processo base, definido através do parâmetro `targetElement`. A separação de participantes deve ser feita através da separação de fluxos paralelos já existentes no elemento do tipo *Pool* do processo base, representado pelo elemento do tipo *Gateway* Paralelo. Para que essa separação seja feita, os elementos do tipo *Gateway* Paralelo com dois conectores do tipo *SequenceFlow* associados a eles deverão ser removidos após a operação. Para isso, pelo menos um dos conectores do tipo *SequenceFlow* pertencente ao *Gateway* Paralelo deverá conectar o elemento imediatamente anterior ao *Gateway* Paralelo e outro elemento imediatamente posterior ao *Gateway* Paralelo e que pertencerá ao mesmo participante após a operação. O outro conector do tipo *SequenceFlow* deverá ser substituído por um conector do tipo *MessageFlow*, conectando o elemento imediatamente anterior ao *Gateway* Paralelo e outro elemento imediatamente posterior ao *Gateway* Paralelo e que não pertencerá ao mesmo participante após a operação. Os elementos do tipo *Gateway* Paralelo que possuírem mais de dois conectores do tipo *SequenceFlow* associados não serão excluídos. Neste caso, o conector do tipo *SequenceFlow* deverá ser substituído por um conector do tipo *MessageFlow*, conectando o elemento imediatamente anterior ao *Gateway* Paralelo e outro elemento imediatamente posterior ao *Gateway* Paralelo e que não pertencerá ao mesmo participante após a operação. Em ambos os casos, a origem e o destino dos conectores permanecerão conforme os parâmetros apresentados no processo base.

Em todos os casos, os elementos associados ao elemento do tipo *Pool* presente no processo base permanecerão associados aos mesmos elementos que estavam associados antes da adaptação.

Elemento(s): *Pool*

Parâmetros: `targetElement(BPMN:Participant)`

Pré-condições:

1. É necessário que exista pelo menos um elemento do tipo *Gateway* Paralelo associado ao elemento do tipo *Pool* que receberá a operação `splitPool`;

Pós-condições:

1. Deverá haver pelo menos um evento de início em ambas os elementos do tipo *Pool* resultantes da operação;
2. Deverá haver pelo menos um evento de fim em ambas os elementos do tipo *Pool* resultantes da operação;
3. Todos os conectores do tipo *SequenceFlow* que associarem elementos em *Pools* diferentes devem ter sido trocados por conectores do tipo *MessageFlow*;

4. Todos os elementos do tipo *Gateway* Paralelo no processo adaptado devem possuir pelo menos dois conectores do tipo *SequenceFlow* tendo o *Gateway* como origem, ou possuir pelo menos dois conectores do tipo *SequenceFlow* tendo o *Gateway* como destino.
5. Todos os demais elementos associados ao elemento do tipo *Pool* do processo base deverão estar presente em um dos elementos do tipo *Pool* resultantes da operação;
6. Os elementos do tipo *Pool* deverão possuir nome descritivos diferentes após a aplicação da operação.

Representação:

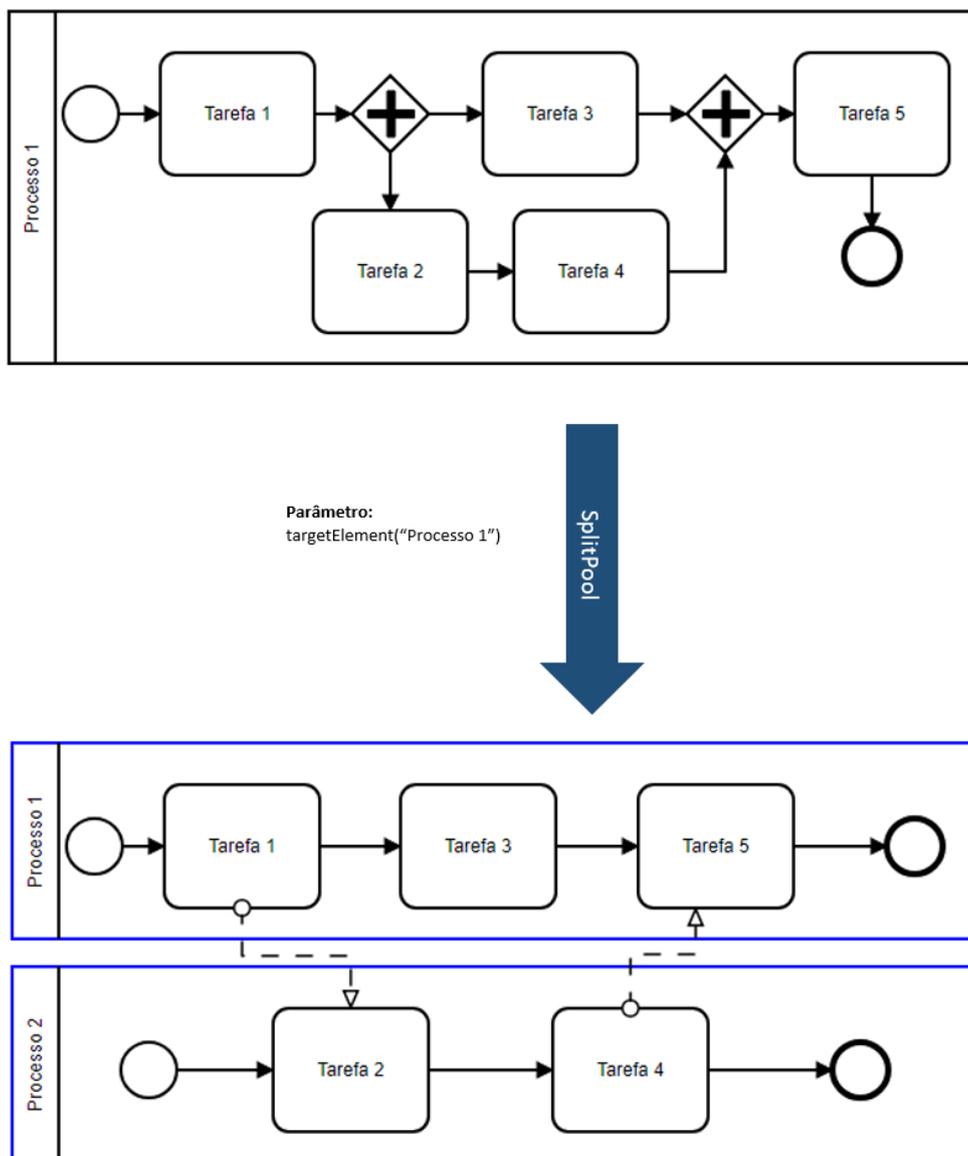


Figura A.8: Representação da operação Split Pool definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Split Nodes (KUNCHALA *et al.* [16])

Exemplo: Em uma adaptação do processo de simulação de envelhecimento térmico (HAHN *et al.* [26]), o elemento do tipo *Pool* “OpalVisual” deve ser separado para permitir que as atividades executadas paralelamente por este participante possam ser feitas por participantes independentes. Neste caso, a operação irá resultar em dois elementos do tipo *Pool*: “OpalVisual-1” e “OpalVisual-2”. Em “OpalVisual-1” haverá o evento de início com mensagem, ligado por um *sequenceFlow* a atividade “Create Video” e por um *messageFlow* a atividade “Create Plot” de “OpalVisual-2”. Já “OpalVisual-2” haverá um evento de início com mensagem e a atividade “Create Plot”, que estará ligada ao evento de fim com mensagem de “OpalVisual-1”.

A.9 Merge Pool

Objetivo: Unir dois participantes do processo base em um único participante no processo adaptado.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, dois participantes podem ser melhor representados quando unificados em um único participante. Isso pode acontecer para generalizar a participação de dois atores muito semelhantes ou de igual atribuição no processo, por exemplo. Outro motivo para a separação é apresentado em KUNCHALA *et al.* [16], onde a união dos participantes pode ser utilizada para transformar um processo centrado em atividades em um processo centrado em artefatos.

Descrição: Uma variação do processo define a fusão de dois elementos do tipo *Pool* presentes no processo base, definidos através dos parâmetros *firstElement* e *secondElement*. O processo de fusão inicia-se com a remoção dos eventos de início e de fim de processo de ambos os participantes, sendo substituído por um novo evento que será sucedido (no caso do evento de início) ou precedido (no caso de um evento de fim) de um elemento do tipo *Gateway* Paralelo. Esse elemento do tipo *Gateway* paralelo se conectará aos primeiros elementos posteriores ao evento de início das *Pools* do processo base, no caso do evento de início; e aos elementos imediatamente anteriores ao evento de fim das *Pools* do processo base, no caso do evento de fim.

As trocas de mensagem serão extintas no processo adaptado, sendo substituídas por um elemento do tipo *DataObject* que representará a troca de informações entre as atividades. Deste modo, o *DataObject* deverá ser associado por um conector do tipo *DataAssociation* que possua a mesma origem do *MessageFlow* removido, e por outro conector do tipo *DataAssociation* que possua o mesmo destino do *MessageFlow* removido.

Elemento(s): Pool

Parâmetros: firstElement(BPMN:Participant), secondElement(BPMN:Participant)

Pré-condições:

1. Ambos os elementos *Pool* envolvidos no processo de fusão não podem ser do tipo caixa-preta;

Pós-condições:

1. Todos os elementos associados aos elementos do tipo *Pool* presentes no processo base e envolvidos na operação de fusão devem ser associados a *Pool* resultante da operação;
2. Só deverá existir um evento de início do processo após a aplicação da operação;
3. Só deverá existir um evento de fim do processo após a aplicação da operação;
4. Após a fusão, não deverá haver conectores do tipo *MessageFlow* na Pool resultante da operação.

Representação:

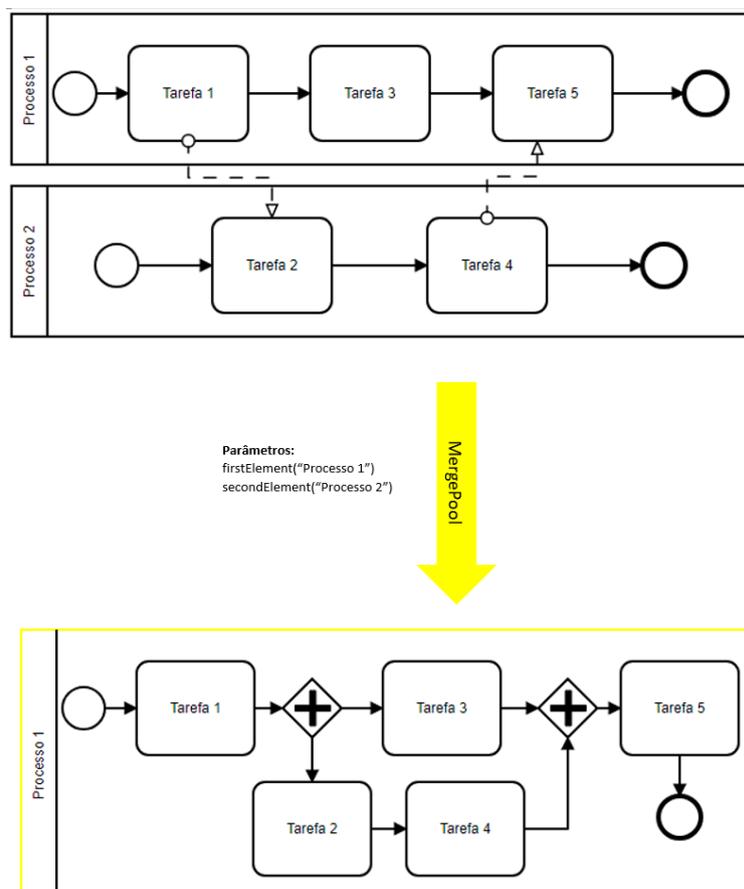


Figura A.9: Representação da operação Merge Pool definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Merge approach (KUNCHALA *et al.* [16])

Exemplo: Em uma adaptação do processo de escolha dos contemplados do Prêmio Nobel (KHELLADI *et al.* [14]), pode acontecer do próprio comitê do Nobel ser o especialista que avaliará os nomes contemplados. Neste caso, a *Pool* “Nobel Committee” e a *Pool* “Expert” deverão ser fundidas em um único participante.

A.10 Rename Pool

Objetivo: Renomear um participante para se adequar a adaptação necessária.

Motivação: Um participante tem seu nome alterado após uma adaptação, sem alterar os associados a ele.

Descrição: Uma variação do processo define um elemento do tipo *Pool* que será renomeado, definido pelo parâmetro `renamedElement`, sendo seu nome descritivo substituído pelo atributo fornecido para o parâmetro `newNameElement`.

Elemento(s): Pool

Parâmetros: `renamedElement(BPMN:Participant)`, `newNameElement(String)`

Pré-condições:

1. Não há.

Pós-condições:

1. O novo nome deve ser diferente do nome descritivo dos demais elementos do tipo *Pool* presentes no processo.

Representação:



Figura A.10: Representação da operação Rename Pool definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Approach to Manage Variability in Business Process (AYORA *et al.* [6])

Exemplo: Em uma adaptação do processo de escolha dos contemplados do Prêmio Nobel (KHELLADI *et al.* [14]), este processo pode ser utilizado para outra premiação sem alterar suas atividades.

A.11 Delete Lane

Objetivo: Remover uma *Lane* existente no processo base após sua adaptação.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, a separação apresentada em um determinado participante não é condizente com o contexto da execução após a adaptação, justificando sua remoção.

Descrição: Uma variação do processo define um elemento do tipo *Lane* que será removido na adaptação do processo base, definido através do parâmetro `removedElement`.

Caso elemento do tipo *Lane* excluído seja o único associado ao elemento *Pool*, todos os elementos da *Lane* passarão a ser diretamente associados ao elemento *Pool*.

Caso haja dois elementos do tipo *Lane* associados a um elemento do tipo *Pool* e um desses elementos *Lane* seja excluído, todos os elementos associados a *Lane* excluída serão transferidos para a outra *Lane*.

Caso haja mais de dois elementos do tipo *Lane* associados a um mesmo elemento do tipo *Pool* e um desses elementos *Lane* seja excluído, é necessário especificar para onde todos os elementos serão realocados através do parâmetro `newOwnerElements`.

Quando não for preenchido o `newOwnerElements`, todos os elementos pertencentes à *Lane* serão excluídos.

Elemento(s): Lane

Parâmetros: `removedElement(BPMN:Lane)`, `newOwnerElements(BPMN:Lane)`

Pré-condições:

1. O elemento do tipo *Lane* deve possuir outros elementos a ele associados, ou seja, não pode ser uma divisão vazia do processo.

Pós-condições:

1. Todos os elementos da *Lane* excluída devem ter permanecido dentro do contexto do mesmo participante, sem alteração nos conectores e demais elementos, exceto quando forem excluídos junto com a *Lane*.

Representação:

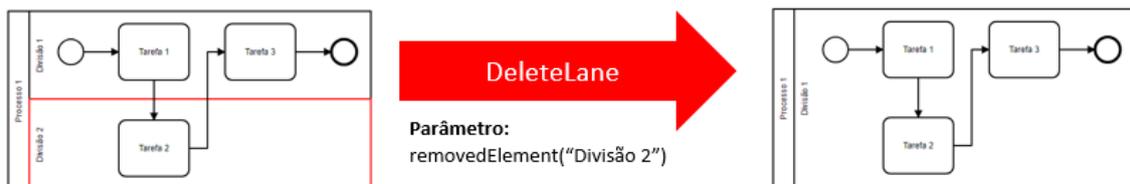


Figura A.11: Representação da operação Delete Lane definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Motivador: Variant 4 (AYORA *et al.* [15])

Exemplo: Em uma variação do processo de *check-in* em companhias aéreas (AYORA *et al.* [15]), o processo é executado através de uma operação manual realizada pelo funcionário da empresa. Neste caso, o elemento do tipo *Lane* “Web System” não faz sentido em alguns cenários, necessitando sua remoção do processo.

A.12 Insert Lane

Objetivo: Inserir uma separação em um participante para organizar seus elementos após a adaptação do processo.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, a separação apresentada em um determinado participante não é insuficiente para descrever o contexto da execução após a adaptação, justificando a inclusão de uma nova divisão.

Descrição: Em uma variação do processo, um elemento do tipo *Lane* é inserido no processo através de uma associação com um elemento do tipo *Pool*, selecionado através do parâmetro `joinElement`.

O novo elemento do tipo *Lane* inserido no processo pode ter associado a ele elementos do processo, desde que sejam uma sequência contínua de execução, ou seja, todos os elementos estejam associados entre si através de um conector do tipo *SequenceFlow* e pertençam ao mesmo participante ao qual a *Lane* foi inserida. Para determinar a sequência de elementos que será associada ao elemento do tipo *Lane* inserido, utiliza-se os parâmetros `fragmentBegin` e `fragmentEnd`.

Elemento(s): Lane

Parâmetros: `joinElement(BPMN:Participant)`, `fragmentBegin(BPMN:BaseElement)`, `fragmentEnd(BPMN:BaseElement)`

Pré-condições:

1. O processo base deve ser do tipo Colaboração ou Coreografia;

Pós-condições:

1. O elemento *Lane* deve ter sido inserido associado a um elemento do tipo *Pool*;
2. Todos os elementos movidos para o elemento do tipo *Lane* inserido devem estar associados entre si através do conector *SequenceFlow* e estar associados aos elementos do tipo *Lane* de um mesmo participante, ou então a uma única *Pool*.

Representação:

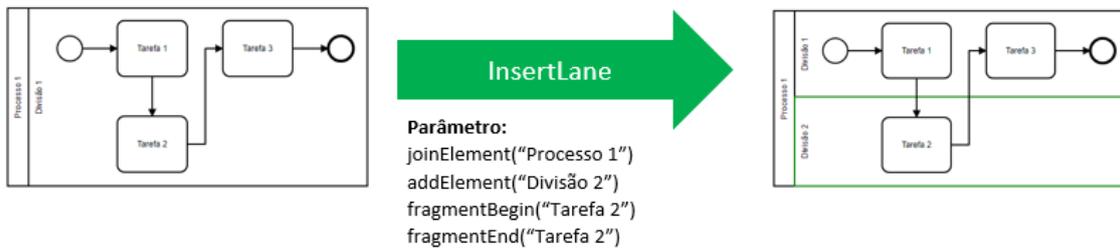


Figura A.12: Representação da operação Insert Lane definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Motivador: Variant 2 (AYORA *et al.* [15])

Exemplo: Em uma variação do processo de *check-in* em companhias aéreas (AYORA *et al.* [15]), é necessária separar a atividade do passageiro, das atividades de um funcionário da empresa aérea, sem alterar o participante da operação. Em função disso faz-se necessária a inclusão de uma nova *Lane* “Arline ticket office”.

A.13 Split Lane

Objetivo: Separar uma *Lane* dentro de um participante para distribuir melhor os elementos.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, uma separação apresentada em um determinado participante possui associado elementos que seriam melhor representados se estivessem separados em divisões diferentes, justificando a divisão da separação em um participante.

Descrição: Uma variação do processo define dois elementos do tipo Lane que substituirão um elemento do tipo Lane na adaptação do processo, definido através do parâmetro `targetElement`. Na divisão, os elementos presentes na Lane do processo base serão distribuídos para as duas novas Lanes originadas na operação, tendo seus elementos selecionados através dos parâmetros `fragmentBegin` e `fragmentEnd`.

Elemento(s): Lane

Parâmetros: `targetElement(BPMN:Lane)`, `fragmentBegin(BPMN:BaseElement)`, `fragmentEnd(BPMN:BaseElement)`

Pré-condições:

1. O processo base deve ser do tipo Colaboração ou Coreografia.

Pós-condições:

1. Todos os elementos associados ao elemento Lane do processo base devem estar presentes nos elementos do tipo Lane após a separação.

Representação:



Figura A.13: Representação da operação Split Lane definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Variant 6 (AYORA *et al.* [15])

Exemplo: Em uma variação do processo de *check-in* em companhias aéreas (AYORA *et al.* [15]), as funções da *Lane* “Web System” também envolvem funções atribuídas a funcionários da empresa área, necessitando a separação da divisão. Neste caso seria inserida a *Lane* “Airline ticket officer” ao participante do processo, recebendo o elemento “Provide information about accomodation”.

A.14 Merge Lane

Objetivo: Unificar duas Lanes dentro de um participante.

Motivação: Em uma adaptação do processo base, uma separação apresentada em um determinado participante possui associado elementos que seriam melhor representados se estivessem juntos em uma única divisão, justificando a unificação de duas separações em um participante.

Descrição: Uma variação do processo define dois elementos do tipo *Lane* na adaptação do processo, definido através do parâmetro `firstElement` e `secondElement`, que serão unificados na adaptação do processo. Após a fusão, todos os elementos das Lanes envolvidas na operação estarão associadas a uma única *Lane* presente no processo adaptado.

Elemento(s): Lane

Parâmetros: `firstElement(BPMN:Lane)`, `secondElement(BPMN:Lane)`

Pré-condições:

1. Deve existir elementos associados a ambos os elementos do tipo *Lane* envolvidos na operação.

Pós-condições:

1. Todos os elementos associados aos elementos *Lanes* do processo base devem estar presentes no elemento do tipo *Lane* após a fusão.

Representação:

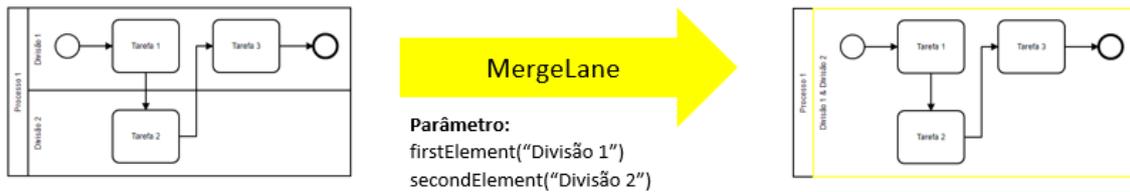


Figura A.14: Representação da operação Merge Lane definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Merge approach (Kunchala, 2017)

Exemplo: Em uma variação do processo de *check-in* em companhias aéreas (AYORA *et al.* [15]), as atividades pertencentes a divisão “Airline ticket officer” podem se confundir com as da divisão “Web System”, uma vez que as atividades podem ser realizadas total ou parcialmente automatizadas, ou total ou parcialmente manuais. Desta forma, a divisão apresentada no processo base não é consistente com essa dinamicidade, uma vez que ambos os atores dessas divisões têm funções idênticas ou semelhantes. Com isso, a fusão das *Lanes* se faz necessária para contemplar essa adaptação no processo.

A.15 Rename Lane

Objetivo: Renomear a *Lane* para se adequar a adaptação do processo.

Motivação: Uma divisão de um participante tem seu nome alterado após uma adaptação, sem alterar os elementos associados a ele.

Descrição: Uma variação do processo define um elemento do tipo *Lane* que renomeará um outro elemento do tipo *Lane* existente na adaptação do processo base, definido pelo parâmetro `renamedElement`.

Elemento(s): Lane

Parâmetros: `renamedElement(BPMN:Lane)`, `newNameElement(String)`

Pré-condições:

1. Não há.

Pós-condições:

1. O novo nome deve ser diferente do nome descritivo dos demais elementos do tipo Lane presentes em uma mesma Pool.

Representação:

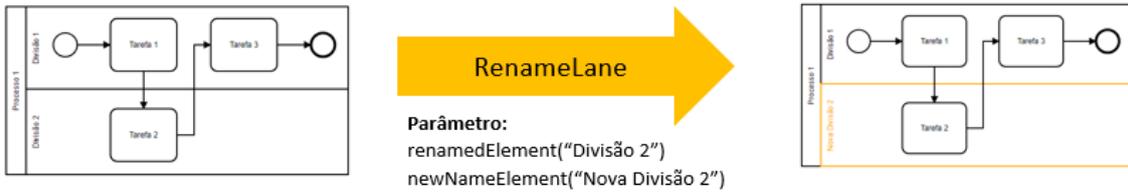


Figura A.15: Representação da operação Rename Lane definida pela extensão BPMNt++. Figura criada pelo autor.

Padrão Relacionado: Variant 3 (AYORA *et al.* [15])

Exemplo: Em uma variação do processo de *check-in* em companhias aéreas (AYORA *et al.* [15]), as atividades associadas a *Lane* “Airline ticket officer” são realizadas pelo seu atendimento telefônico. Neste caso, a divisão deverá ser renomeada para “Airline call center”.

Apêndice B

Termo de consentimento

IDENTIFICAÇÃO DE MODIFICAÇÕES EM PROCESSOS DE NEGÓCIOS UTILIZANDO A EXTENSÃO BPMNt++

Este estudo tem como objetivo avaliar a metodologia e a ferramenta desenvolvidas para a identificação de modificações em processos de negócios sob as perspectivas organizacional e informacional, através da descrição das modificações pela extensão BPMNt++. Para isso, será utilizado um protótipo, que já implementa a metodologia e as funcionalidades da ferramenta.

IDADE

Eu declaro ter mais de 18 anos de idade e concordar em participar de um estudo experimental conduzido por André Reis de Brito, aluno de Mestrado do Programa de Engenharia de Sistemas e Computação da COPPE/UFRJ.

PROCEDIMENTO

Este estudo será realizado em uma única sessão, que incluirá o treinamento na utilização da ferramenta. Eu entendo que, uma vez o experimento tenha terminado, os trabalhos que desenvolvi serão estudados visando entender a eficiência dos procedimentos e as técnicas que me foram ensinadas.

CONFIDENCIALIDADE

Toda informação coletada neste estudo é confidencial, e meu nome não será divulgado. Da mesma forma, me comprometo a não comunicar os meus resultados enquanto não terminar o estudo, bem como manter sigilo das técnicas e documentos apresentados e que fazem parte do experimento.

BENEFÍCIOS, LIBERDADE DE DESISTÊNCIA

Eu entendo que os benefícios que receberei deste estudo são limitados ao aprendizado do material que é distribuído e ensinado. Eu entendo que sou livre para realizar perguntas a qualquer momento ou solicitar que qualquer informação relacionada a minha pessoa não seja incluída no estudo. Eu entendo que participo de livre e espontânea vontade com o único intuito de contribuir para o avanço e desenvolvimento de técnicas e processos para a Engenharia de Software.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

André Reis de Brito

Programa de Engenharia de Sistemas e Computação - COPPE/UFRJ

e-mail: andrebrito@cos.ufrj.br

telefone: (21) 3938-8783

Nome completo:

e-mail para contato:

Apêndice C

Caracterização dos participantes

Avaliação do BPMNt++

Este questionário é dividido em 3 partes principais: contextualização dos participantes; utilização da ferramenta com breve treinamento; e avaliação da ferramenta. O tempo médio de conclusão deste questionário é de 20 minutos, e seus resultados ajudarão na avaliação do tema proposto pela dissertação de mestrado.

Caracterização do participante

As perguntas apresentadas a seguir tem como objetivo obter informações sobre a sua experiência acadêmica e profissional. **NÃO FAÇA USO DE TERMOS QUE FACILITE A SUA IDENTIFICAÇÃO.**

OBS: Estas informações são estritamente confidenciais e não estão vinculadas de forma alguma ao nome e e-mail preenchidos no termo de consentimento.

Qual o seu nível de escolaridade?

- Graduação em andamento
- Graduação completa
- Especialização em andamento
- Especialização completa
- Mestrado em andamento
- Mestrado completo
- Doutorado em Andamento
- Doutorado completo
- Outro: _____

Qual a sua familiaridade com processos no ambiente profissional e/ou acadêmico?

Considere processo como qualquer conjunto de tarefas feitas em sequência, como o desenvolvimento de uma funcionalidade, identificação de um requisito, fluxogramas, etc. Não precisa estar representada graficamente.

- () Raramente utilizo processos, pois executo tarefas desestruturadas ou sem ordem definida
- () Utilizo processos, mas sigo-os de cabeça
- () Utilizo processos, consultando a documentação
- () Utilizo processos, alterando-os e criando-os sempre que necessário

Exemplo de processo modelado em BPMN, extraído de SGANDERLA [64]

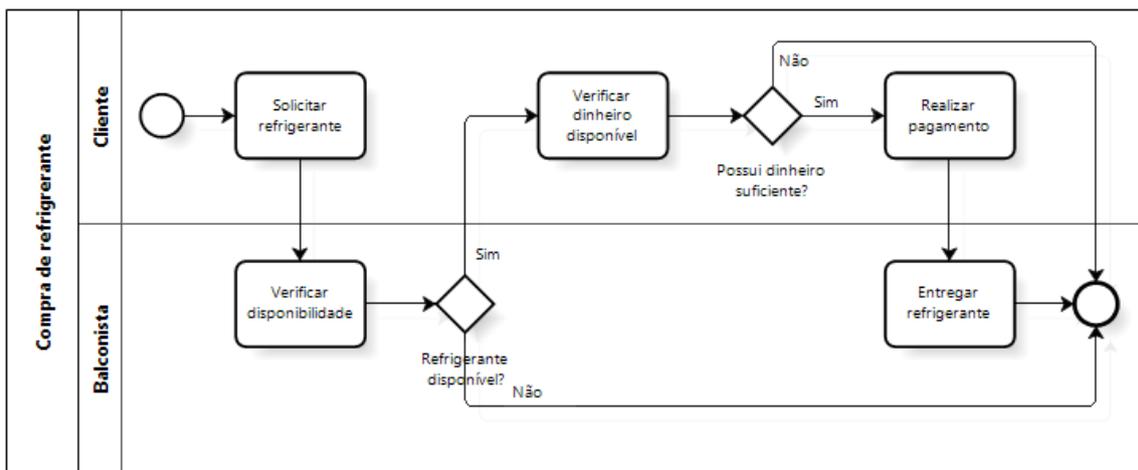


Figura C.1: Exemplo de processo modelado em BPMN. Adaptado de Sganderla [55].

Qual a sua facilidade de entendimento do processo acima?

- () Nenhuma
- () Nunca vi essa forma de representação, mas consigo entender
- () Já vi essa representação poucas vezes
- () Já vi essa representação muitas vezes
- () Sou especialista em BPMN

Quantas vezes você já utilizou um processo modelado em BPMN?

- Não sei responder
- Nunca
- Poucas vezes
- Algumas vezes
- Com certa frequência
- Frequentemente

Numa escala de 1 a 5, qual a sua facilidade em:

A - Visualização de dados (gráficos, tabelas, etc)

Pouca 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muita*

B - Visualização de processos

Pouca 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muita*

C - Ferramentas de modelagem de processos

Pouca 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muita*

D - Adaptação de processos de negócios

Pouca 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muita*

Apêndice D

Questionário de avaliação

Contextualização gráfica

Nesta etapa, você será questionado sobre métodos de visualização de processos.

Qual das opções abaixo você acha que é mais fácil de visualizar a modificação?

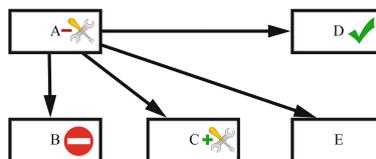


Figura D.1: Opção A - Através de símbolos indicando as alterações. Adaptado de Gall *et al.* [15]

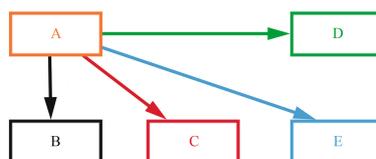


Figura D.2: Opção B - Através de cores indicando as alterações. Adaptado de Gall *et al.* [15]

Opção A Opção B

Processos são alterados constantemente para se adequarem a novos ambientes de execução. Entretanto, muitos ajustes são realizados sem indicar de onde vieram as modificações, dificultando a identificação dos elementos que deram origem a nova versão. Desta forma, identificar os elementos na origem e suas respectivas adaptações é importante para permitir um melhor gerenciamento das versões do

processo.

Para as perguntas a seguir, leve em consideração a imagem abaixo. Você pode visualizá-la melhor em <https://ctrlv.cz/shots/2019/04/21/fTsE.png>

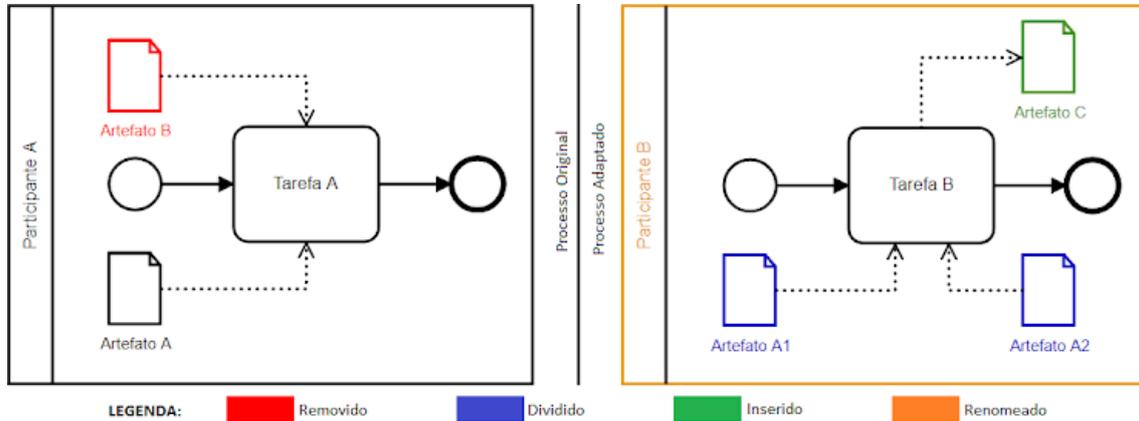


Figura D.3: Exemplo de adaptação de processo seguindo a notação para a extensão BPMNt. Figura criada pelo autor.

Numa escala de 1 a 5, qual o seu nível de satisfação com a representação das seguintes modificações:

A - Exclusão do "Artefato B", representado por uma borda vermelha.

Muito insatisfeito 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito satisfeito*

B - Inserção do "Artefato C", representado por uma borda verde.

Muito insatisfeito 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito satisfeito*

C - A renomeação do "Participante A" para "Participante B", representado por uma borda laranja.

Muito insatisfeito 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito satisfeito*

D - A divisão do "Artefato A" em dois artefatos, representados por uma borda azul.

Muito insatisfeito 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito satisfeito*

No geral, qual o seu nível de satisfação com a representação da modificação entre os processos?

Muito insatisfeito 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito satisfeito*

Opcional: você mudaria alguma coisa na representação destas modificações?

Fique a vontade para sugerir alterações na representação ou elogiar alguma abordagem.

Apêndice E

Treinamento

Utilização da ferramenta

Nesta etapa você será convidado a assistir ao vídeo de treinamento de 50 segundos e mexer na versão de treinamento da ferramenta.

Objetivo da ferramenta

A ferramenta apresentada nesta etapa tem o objetivo de identificar automaticamente as mudanças entre versões do processo, utilizando a extensão BPMNt++ como meio de demonstrar as operações realizadas. Essa representação é realizada de forma visual, buscando simplificar o método de identificar as diferenças entre os processos.

Por utilizar o BPMNt++ como base, a ferramenta se limita a exibir modificações realizadas em participantes (Pools), divisões (Lanes) e artefatos (Data Objects).

Legenda de operações da ferramenta

Cor	Operação
Verde	Insert (Data, Pool e Lane)
Azul	Split (Data, Pool e Lane)
Amarelo	Merge (Data, Pool e Lane)
Vermelho	Delete (Data, Pool e Lane)
Laranja	Rename (Data, Pool e Lane)
Roxo	Replace (Data)

Figura E.1: Legenda de operações segundo a notação para a extensão BPMNt++.
Figura criada pelo autor.

Veja o vídeo de treinamento (50 segundos)

<https://www.youtube.com/watch?v=uua3is0yqHg&feature=youtu.be>

OBS: NÃO DEIXE DE ATIVAR AS LEGENDAS OCULTAS!!!

Treinamento prático

Acesse <http://bpmnt-plus-plus.herokuapp.com/modeler/web/treino/index.html> e mexa a vontade na ferramenta, visualizando os processos de exemplo. Quando achar conveniente, clique em PRÓXIMA aqui no questionário para receber mais instruções.

Guia rápido dos elementos do BPMN

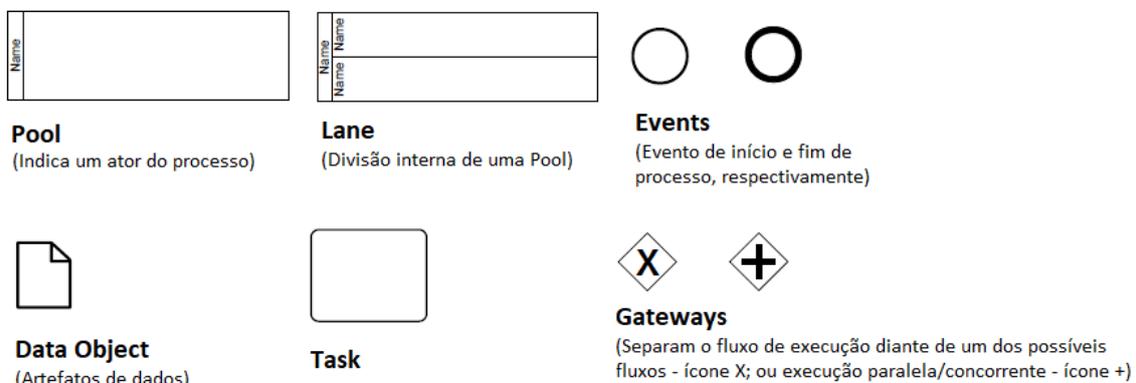


Figura E.2: Lista de elementos do BPMN utilizados nos exemplos de uso da ferramenta. Figura criada pelo autor.

O que é uma adaptação de processo?

Uma adaptação de processo é o ato de alterar alguma característica de um elemento ou o fluxo de execução do processo. São exemplos de modificação no processo:

- Alterar nome de um artefato;
- Excluir um participante ou atributo;
- Dividir ou unir um artefato;
- Adicionar um novo relacionamento entre elementos.

Não são exemplos de modificação em processos:

- Mexer em um elemento sem alterar suas característica ou ordem de execução;
- Mover o elemento, mas mantê-lo ligado aos mesmos elementos anteriores.

Descrição das funcionalidades da ferramenta

A ferramenta possui duas funcionalidades principais:

- Tabela de operações, descrevendo parâmetros e atributos envolvidos na adaptação;
- Visualização gráfica das modificações, representada segundo um código de cores.

Abaixo são apresentados a legenda das cores, um exemplo da tabela e um exemplo da visualização apresentada na ferramenta.

Operação	Parâmetro	Atributo	Nome
split	targetElement	DataObjectReference_0iq1izx	Nota fiscal
delete	removedElement	DataObjectReference_1gxgjl0	Comprovante de residência
merge	firstElement	DataObjectReference_0x9uzwo	Catálogo de produtos
	secondElement	DataObjectReference_102z47r	Tabela de preços
insert	insertedElement	Participant_0erpm7e	Lojista
insert	insertedElement	DataObjectReference_14m7bg2	Declaração de origem do dinheiro
rename	renamedElement	Participant_14fos64	Comprador
	newNameElement	Cliente	Cliente

Figura E.3: Tabela de operações da ferramenta. Figura criada pelo autor.

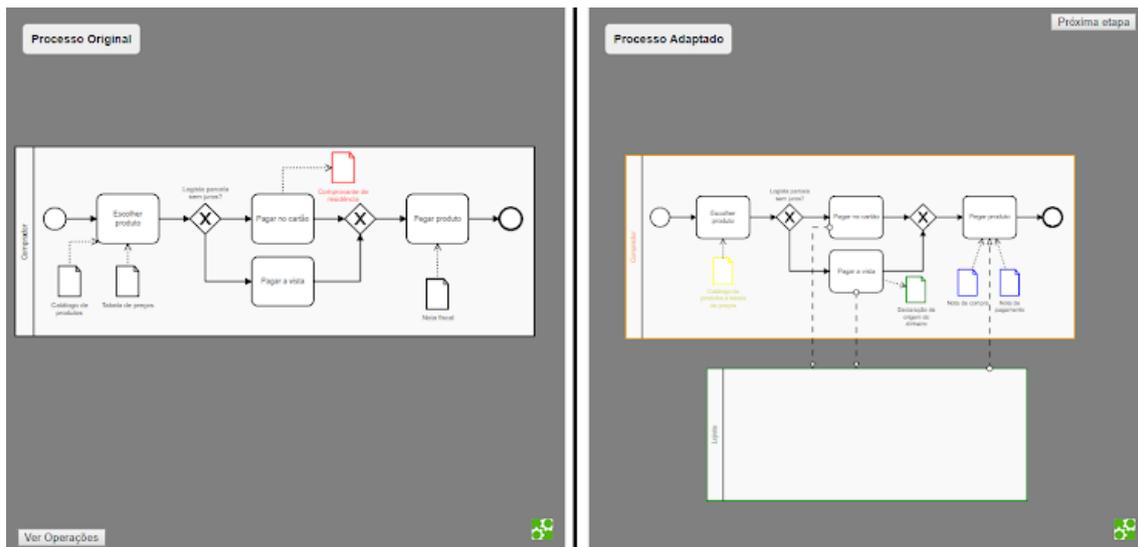


Figura E.4: Representação gráfica por cores da ferramenta. Figura criada pelo autor.

Manipulação do processo

- Mover o processo: clique e arraste na área cinza, ou use o scroll do mouse;
- Zoom: Ctrl + scroll do mouse;
- Verificar origem da adaptação: Clique dentro do elemento adaptado em qualquer versão do processo

OBS: Se você acidentalmente mexer o processo, pressione a tecla ESC.

Apêndice F

Tarefas da avaliação

Experimentação

Nesta fase serão apresentados 3 cenários para você, cada um representando uma etapa diferente do desenvolvimento do trabalho:

1. Cenário mais comum na comparação de processos;
2. Cenário com auxílio de tabelas;
3. Cenário com auxílio de tabelas e cores.

Nos 3 cenários você terá 60 SEGUNDOS para completar uma tarefa. Os 3 cenários são semelhantes, mas apresentam diferenças entre si. Ao terminar uma etapa, volte para o questionário e responda as questões propostas.

O que devo avaliar na ferramenta?

A ferramenta é focada em mostrar modificações em alguns elementos do BPMN. Quando estiver utilizando, observe se você consegue identificar as diferenças de acordo com as tarefas propostas. Foque principalmente nas Pools e Data Objects no processo. Abaixo você verá um guia rápido de como identificar estes elementos.

Qual a minha tarefa?

Identificar no processo as modificações que foram realizadas.

OBS: Você terá 60 segundos para realizar a sua tarefa nos cenários apresentados.

Inicie o experimento

Acesse <http://bpmnt-plus-plus.herokuapp.com/modeler/web/exp1/index.html>. Sua tarefa será identificar no processo as modificações que foram realizadas.

Quando terminar, volte para o questionário e responda as perguntas antes de dar continuidade as próximas etapas.

Baseado no cenário da etapa 1, qual o seu nível de dificuldade em identificar a adaptação de elementos?

Muito difícil 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito fácil*

Quantas adaptações você acha que conseguiu identificar em 60 segundos?

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 ()

Quanto tempo você acredita que conseguiria identificar seguramente todas as modificações realizadas no processo?

Leve em consideração que você deve identificar os elementos que foram incluídos, excluídos e alterados entre as versões, inciando origem e destino. Exemplo: o “Artefato A” foi renomeado para ‘ Artefato B”.

() menos de 5 minutos

() a 10 minutos

() 10 a 15 minutos

() 15 a 30 minutos

() 45 a 60 minutos

() Mais de 60 minutos

Continue o experimento

Por favor, prossiga para a 2^a etapa através da URL <http://bpmnt-plus-plus.herokuapp.com/modeler/web/exp2/index.html>. Quanto terminar responda aos questionamento abaixo.

Baseado no cenário da etapa 2, qual o seu nível de dificuldade em identificar a adaptação de elementos?

Muito difícil 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito fácil*

Quantas adaptações você acha que conseguiu identificar em 60 segundos?

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 ()

A tabela ajudou na identificação das alterações?

- () Sim
- () Não
- () Não encontrei a tabela

Quanto tempo você acredita que conseguiria identificar seguramente todas as modificações realizadas no processo?

Leve em consideração que você deve identificar os elementos que foram incluídos, excluídos e alterados entre as versões, inciando origem e destino. Exemplo: o “Artefato A” foi renomeado para “Artefato B”.

- () menos de 5 minutos
- () a 10 minutos
- () 10 a 15 minutos
- () 15 a 30 minutos
- () 45 a 60 minutos
- () Mais de 60 minutos

Continue o experimento

Por favor, prossiga para a 3ª etapa através da URL <http://bpmnt-plus-plus.herokuapp.com/modeler/web/exp3/index.html>. Quanto terminar responda aos questionamento abaixo.

Baseado no cenário da etapa 3, qual o seu nível de dificuldade em identificar a adaptação de elementos?

Muito difícil 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito fácil*

Quantas adaptações você acha que conseguiu identificar em 60 segundos?

0 () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7 () 8 () 9 () 10 ()

A tabela ajudou na identificação das alterações?

- Sim
- Não
- Não sei responder
- Não utilizei a tabela

As cores ajudaram na identificação das modificações?

- Sim
- Não
- Não sei responder

Quanto tempo você acredita que conseguiria identificar seguramente todas as modificações realizadas no processo?

Leve em consideração que você deve identificar os elementos que foram incluídos, excluídos e alterados entre as versões, iniciando origem e destino. Exemplo: o “Artefato A” foi renomeado para “Artefato B”.

- menos de 5 minutos
- a 10 minutos
- 10 a 15 minutos
- 15 a 30 minutos
- 45 a 60 minutos
- Mais de 60 minutos

Apêndice G

Avaliação

Avaliação da ferramenta

Nesta seção, você irá apresentar sua opinião sobre a utilização da ferramenta.

OBS:A ferramenta completa foi apresentada no cenário 3!

Indique as perguntas abaixo numa escala de 1 a 5:

A - Facilidade de utilização do sistema

Muito difícil 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito fácil*

B - Identificação das modificações

Muito difícil 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito fácil*

C - Facilidade de entendimento das operações realizadas

Muito difícil 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito fácil*

D - Utilidade de ferramenta para a comparação de processos de negócio

Inútil 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito útil*

E - Utilidade de ferramenta para os processos que você trabalha (deixe em branco se não trabalhar com processos)

Inútil 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito útil*

F - O seu nível de satisfação ao utilizar a ferramenta

Muito insatisfeito 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () *Muito satisfeito*

As perguntas abaixo são opcionais, mas sua resposta ajudará muito no desenvolvimento da pesquisa.

Você conseguiu identificar as vantagens de utilizar uma ferramenta deste tipo?

Você conseguiu identificar as desvantagens de utilizar uma ferramenta deste tipo?

Você gostaria de comentar alguma coisa sobre a pesquisa ou a ferramenta?

Apêndice H

XML Schema para a extensão BPMNt++

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF8" standalone="no" ?>
<xsd:schema xmlns="http://www.extensions.com/bpmntpp"
  xmlns:bpmn="http://www.omg.org/spec/BPMN/20100524/
  MODEL" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
  xmlns:bpmnt="http://www.extensions.com/bpmnt_HL"
  attributeFormDefault="unqualified" elementFormDefault=
  "qualified" targetNamespace="http://www.extensions.com
  /bpmntpp">

<xsd:import namespace="http://www.omg.org/spec/BPMN
  /20100524/MODEL" schemaLocation="BPMN20.xsd"/>

<xsd:import namespace="http://www.extensions.com/bpmnt_HL
  " schemaLocation="BPMNt2.xsd"/>

<xsd:complexType name="deleteData">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
  <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
    removedElement" type="bpmn:ItemAwareElement"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
```

```

<xsd:complexType name="insertData">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        joinElement" type="bpmn:tBaseElement"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="splitData">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        targetElement" type="bpmn:ItemAwareElement"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="mergeData">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        firstElement" type="bpmn:ItemAwareElement"/>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        secondElement" type="bpmn:ItemAwareElement"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="replaceData">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">

```

```

<xsd:sequence>
  <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
    replaceElement" type="bpmn:ItemAwareElement"/>
  <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
    replacedBy" type="bpmn:ItemAwareElement"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

```

```

<xsd:complexType name="renameData">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
  <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
    renamedElement" type="bpmn:ItemAwareElement"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

```

```

<xsd:complexType name="deletePool">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
  <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
    removedElement" type="bpmn:Participant"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

```

```

<xsd:complexType name="insertPool">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
  <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
    joinElement" type="bpmn:Participant"/>
</xsd:sequence>

```

```

</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="splitPool">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        targetElement" type="bpmn:Participant"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="mergePool">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        firstElement" type="bpmn:Participant"/>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        secondElement" type="bpmn:Participant"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="renamePool">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        renamedElement" type="bpmn:Participant"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

```

```

<xsd:complexType name="deleteLane">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        removedElement" type="bpmn:Lane"/>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        newOwnerElements" type="bpmn:Lane"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

```

```

<xsd:complexType name="insertLane">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        joinElement" type="bpmn:Participant"/>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="
        fragmentBegin" type="bpmn:tBaseElement"/>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="
        fragmentEnd" type="bpmn:tBaseElement"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

```

```

<xsd:complexType name="splitLane">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        targetElement" type="bpmn:Lane"/>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="
        fragmentBegin" type="bpmn:tBaseElement"/>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="0" name="
        fragmentEnd" type="bpmn:tBaseElement"/>
</xsd:sequence>

```

```

</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="mergeLane">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        firstElement" type="bpmn:Lane"/>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        secondElement" type="bpmn:Lane"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

<xsd:complexType name="renameLane">
<xsd:complexContent>
<xsd:extension base="bpmnt:HighLevelOperation">
<xsd:sequence>
    <xsd:element maxOccurs="1" minOccurs="1" name="
        renamedElement" type="bpmn:Lane"/>
</xsd:sequence>
</xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

</xsd:schema>

```

Apêndice I

XML Schema para a extensão gráfica do BPMNt++

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xsd:schema
    xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    xmlns:bpmndi="http://www.omg.org/spec/BPMN
        /20100524/DI"
    xmlns:dc="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DC"
    xmlns:di="http://www.omg.org/spec/DD/20100524/DI"
    xmlns:bpmntppdi="http://www.extension.org/
        BPMNtppDI" targetNamespace="http://www.omg.
        org/spec/BPMN/20100524/DI" elementFormDefault
        ="qualified" attributeFormDefault="unqualified
        ">
    <xsd:import namespace="http://www.omg.org/spec/DD
        /20100524/DC" schemaLocation="DC.xsd" />
    <xsd:import namespace="http://www.omg.org/spec/DD
        /20100524/DI" schemaLocation="DI.xsd" />
    <xsd:import namespace="http://www.extension.org/
        BPMNtppDI" schemaLocation="BPMNtppDI.xsd" />
    <xsd:element name="BPMNDiagram" type="
        bpmndi:BPMNDiagram" />
    <xsd:element name="BPMNPlane" type="
        bpmndi:BPMNPlane" />
    <xsd:element name="BPMNLabelStyle" type="
        bpmndi:BPMNLabelStyle" />
    <xsd:element name="BPMNShape" type="
```

```

        bpmndi:BPMNShape" substitutionGroup="
        di:DiagramElement" />
<xsd:element name="BPMNLabel" type="
        bpmndi:BPMNLabel" />
<xsd:element name="BPMNEdge" type="
        bpmndi:BPMNEdge" substitutionGroup="
        di:DiagramElement" />
<xsd:complexType name="BPMNDiagram">
    <xsd:complexContent>
        <xsd:extension base="di:Diagram">
            <xsd:sequence>
                <xsd:element ref="
                    "
                    bpmndi:BPMNPlane
                    " />
                <xsd:element ref="
                    "
                    bpmndi:BPMNLabelStyle
                    " maxOccurs="
                    unbounded"
                    minOccurs="0"
                    />
                <
                    bpmntppdi:operation
                    minOccurs="0"
                    />
            </xsd:sequence>
        </xsd:extension>
    </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="BPMNPlane">
    <xsd:complexContent>
        <xsd:extension base="di:Plane">
            <xsd:attribute name="
                bpmnElement" type="
                xsd:QName" />
        </xsd:extension>
    </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

```

```

<xsd:complexType name="BPMNEdge">
  <xsd:complexContent>
    <xsd:extension base="
      di:LabeledEdge">
      <xsd:sequence>
        <xsd:element ref="
          "
          bpmndi:BPMNLabel
          " minOccurs="0
          " />
      </xsd:sequence>
      <xsd:attribute name="
        bpmnElement" type="
        xsd:QName" />
      <xsd:attribute name="
        sourceElement" type="
        xsd:QName" />
      <xsd:attribute name="
        targetElement" type="
        xsd:QName" />
      <xsd:attribute name="
        messageVisibleKind"
        type="
        bpmndi:MessageVisibleKind
        " />
    </xsd:extension>
  </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="BPMNShape">
  <xsd:complexContent>
    <xsd:extension base="
      di:LabeledShape">
      <xsd:sequence>
        <xsd:element ref="
          "
          bpmndi:BPMNLabel
          " minOccurs="0
          " />
      </xsd:sequence>
    </xsd:extension>
  </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>

```

```

        <xsd:attribute name="
            bpmnElement" type="
                xsd:QName" />
        <xsd:attribute name="
            isHorizontal" type="
                xsd:boolean" />
        <xsd:attribute name="
            isExpanded" type="
                xsd:boolean" />
        <xsd:attribute name="
            isMarkerVisible" type="
                "xsd:boolean" />
        <xsd:attribute name="
            isMessageVisible" type
                ="xsd:boolean" />
        <xsd:attribute name="
            participantBandKind"
                type="
                    bpmndi:ParticipantBandKind
                " />
        <xsd:attribute name="
            choreographyActivityShape
                " type="xsd:QName"/>
        <bpmntppdi:operation
            minOccurs="0" />
    </xsd:extension>
</xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="BPMNLabel">
    <xsd:complexContent>
        <xsd:extension base="di:Label">
            <xsd:attribute name="
                labelStyle" type="
                    xsd:QName" />
        </xsd:extension>
    </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
<xsd:complexType name="BPMNLabelStyle">
    <xsd:complexContent>

```

```

        <xsd:extension base="di:Style">
            <xsd:sequence>
                <xsd:element ref="
                    dc:Font" />
            </xsd:sequence>
        </xsd:extension>
    </xsd:complexContent>
</xsd:complexType>
<xsd:simpleType name="ParticipantBandKind">
    <xsd:restriction base="xsd:string">
        <xsd:enumeration value="top\
            _initiating" />
        <xsd:enumeration value="middle\
            _initiating" />
        <xsd:enumeration value="bottom\
            _initiating" />
        <xsd:enumeration value="top\_non\
            _initiating" />
        <xsd:enumeration value="middle\
            _non\_initiating" />
        <xsd:enumeration value="bottom\
            _non\_initiating" />
    </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
<xsd:simpleType name="MessageVisibleKind">
    <xsd:restriction base="xsd:string">
        <xsd:enumeration value="
            initiating" />
        <xsd:enumeration value="non\
            _initiating" />
    </xsd:restriction>
</xsd:simpleType>
</xsd:schema>

```