

FACULDADE DE COMPUTAÇÃO - FACOM
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MATO GROSSO DO SUL - UFMS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

MARCELO FIGUEIREDO TERCIANI

Um Arcabouço Computacional de Apoio à Criação de Linhas de Processos de Negócio

Campo Grande – MS
Maio de 2015

MARCELO FIGUEIREDO TERCIANI

Um Arcabouço Computacional de Apoio à Criação de Linhas de Processos de Negócio

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado *Stricto Sensu* em Ciência da Computação da Faculdade de Computação, mantido pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, para o Exame de Dissertação, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação (Área de Concentração: Engenharia de Software).

Orientadora:

Prof.^a Dr.^a Maria Istela Cagnin Machado

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus, pois sem ele jamais chegaria até aqui.

Agradeço aos meus pais, Cirso Terenciani e Ana Figueiredo Terenciani, por sempre terem me incentivado a continuar estudando.

Aos meus irmãos, Cirlani Terenciani e Guilherme Figueiredo Terenciani, em especial ao Guilherme, pelo apoio e compreensão durante os últimos anos.

A toda a minha família e aos meus amigos pelo apoio e incentivo durante essa caminhada.

A Bárbara e ao Alex, por terem sido mais que amigos durante esse período de convivência.

A Caroline Gonçalves, que mesmo à distância sempre esteve presente nas horas que mais precisava.

A Professora Maria Istela Cagnin Machado pela orientação, dedicação e apoio durante os últimos dois anos. Agradeço também por ter confiado e acreditado em mim.

Aos demais membros da banca: professora Débora Paiva e professora Rosana Braga pelos direcionamentos e pela disponibilidade.

A CAPES pelo apoio financeiro.

Resumo

A competitividade faz com que as organizações busquem alternativas para evoluir o seu negócio, como é o caso do *Business Process Management* (BPM). Para isso, é necessário inicialmente modelar os processos de negócio da organização, porém essa atividade é onerosa. Para resolver esse problema, técnicas de reutilização como Linhas de Processos de Negócio (LPN), originadas a partir de conceitos de Linha de Produto de Software (LPS), têm sido utilizadas para viabilizar o reuso eficiente de modelos de processos de negócios. Como observado em LPS, o uso de ferramentas computacionais também é importante no contexto de LPN, para facilitar a criação, instanciação e evolução de LPNs, devido principalmente à complexidade e ao dinamismo dos negócios. Sob a perspectiva de criação de LPN, que é de interesse deste trabalho, é importante o apoio computacional na elaboração dos modelos de processos de negócio; na criação do modelo de variabilidades; na confecção do *template* de modelo de processos de negócio (TMPN); bem como na obtenção do mapeamento entre o modelo de variabilidades e o TMPN. Neste sentido, foi selecionado um conjunto de notações adequadas para representar cada artefato que compõe uma LPN, como a notação *Business Process Model and Notation* (BPMN) e o modelo de *features*. Como não há consenso de notação para a representação do TMPN, é proposta neste trabalho a notação BPMN*, que é uma extensão da notação BPMN para representar variabilidades em modelos de processos de negócio. Essa notação é avaliada por meio de um estudo empírico no qual observou-se ser mais indicada quando comparada a notação *variant-rich* BPMN (vrBPMN), pois a notação proposta possibilita a elaboração de TMPN com menos erros, e o tempo de elaboração mantém-se praticamente o mesmo. Além disso, neste trabalho é desenvolvido um plug-in para Eclipse que apoia a criação e a documentação de LPNs de acordo com a abordagem de Gestão de Linha de Processos de Negócio (GLPN), levando em consideração as notações selecionadas. O BPL-Framework é avaliado com base em requisitos de avaliação, definidos a partir das subcaracterísticas acurácia, facilidade de aprendizado, facilidade de uso, atratividade, portabilidade, adaptabilidade e instalabilidade da norma ISO/IEC 25010. Os resultados da avaliação indicam que o BPL-Framework atende aos requisitos avaliados e fornece os artefatos da LPNs com a acurácia desejada.

Palavras-chave: Linha de Processos de Negócio, Família de Processos de Negócio, Modelagem de Processos de Negócio, Gerenciamento de Variabilidades, Apoio Computacional.

Abstract

Competitiveness among the companies leads them to search for alternative ways to evolve their business, such as Business Process Management (BPM). To perform such progress, the modeling of the business processes of the organization is required. However, this is an expensive task. To overcome this problem and enable the efficient reuse of business process models, it is been used reutilization techniques such as Business Process Lines (BPL), created from Software Product Lines (SPL) concepts. As already verified in SPL, the use of computational tools is important in the BPL context as well, since it can make the creation, instantiation and evolution of BPL easier, mainly due to the business complexity and dynamism. Under the perspective of creation of BPL, the computational support is important to design the business process models; create the variability model; production of the Business Process Model Template (BPMT) and the acquirement of the mapping between the variability model and the BPMT. In this context, a set of suitable notations was selected in order to represent each artifact that makes up a BPL, such as Business Process Model and Notation (BPMN) and the features model. Since there is no notation consensus to represent the BPMT, in this work we propose the notation BPMN, which is an extension from the BPMN notation, to represent variabilities in business process models. By means of an empiric study, we observed that the BPMN* notation is more suitable in comparison with the variant-rich BPMN (vrBPMN) notation, since it allows the creation of the BPMT with fewer errors whereas the creation time remains practically the same. Besides that, in this work we developed a plug-in for Eclipse which supports the creation and documentation of BPL according to the Business Process Line Management (GLPN), taking into account the selected notations. The BPL-framework was evaluated based on the evaluation requirements defined from the subcharacteristics of accuracy, learnability, ease of use, attractiveness, portability, adaptability and instalability from the ISO/IEC 25010 standard. The evaluation results suggest that the BPL-Framework meets the evaluated requirements and provides the BPL artifacts with the desired accuracy.*

Keywords: *Business Process Line, Business Process Family, Business Process Modeling, Variability Management, Computational Support.*

Sumário

CAPÍTULO 1 - Introdução	9
1.1 Contextualização	9
1.2 Motivação e Justificativa	10
1.3 Objetivos do Trabalho	12
1.4 Organização da Escrita da Dissertação	12
CAPÍTULO 2 - Embasamento Teórico	14
2.1 Considerações Iniciais	14
2.2 Modelagem de Negócios.....	14
2.2.1 A Notação BPMN	15
2.3 Linha de Processos de Negócio.....	18
2.3.1 Abordagem GLPN	21
2.4 Considerações Finais	24
CAPÍTULO 3 - BPMN*: Representação de Variabilidades em Processos de Negócio	26
3.1 Considerações Iniciais	26
3.2 Notação BPMN*	26
3.3 Estudo Empírico	29
3.3.1 Definição do Estudo Empírico.....	29
3.3.2 Planejamento do Estudo Empírico.....	29
3.3.3 Execução do Experimento.....	34
3.3.4 Apresentação e análise dos resultados	34
3.3.5 Análise das hipóteses	40
3.3.6 Ponto de Vista dos Participantes.....	40
3.4 Análise comparativa	41
3.5 Considerações Finais	42
CAPÍTULO 4 - BPL-Framework: Apoio Computacional para Criação e Documentação de LPNs.....	43

4.1	Considerações Iniciais	43
4.2	Desenvolvimento	43
4.2.1	Arquitetura e Aspectos de Implementação.....	44
4.3	Avaliação.....	52
4.3.1	Estabelecer Requisitos de Avaliação e Especificar Avaliação.....	52
4.3.2	Projetar a avaliação	53
4.3.3	Execução e Conclusão da Avaliação	55
4.4	Considerações Finais	57
CAPÍTULO 5 - Conclusão.....		58
5.1	Considerações Iniciais	58
5.2	Contribuições.....	58
5.3	Limitações.....	60
5.4	Trabalhos Futuros	60
Referências		62
APÊNDICE A - Formulário de Perfil do Estudo Empírico.....		67
APÊNDICE B - Termo de Consentimento do Estudo Empírico		70
APÊNDICE C - PDOs Utilizados no Estudo Empírico		71
APÊNDICE D - FMs Utilizados no Estudo Empírico		73
APÊNDICE E - TMPNs utilizados no Estudo Empírico		74
APÊNDICE F - Formulário de Execução		77
APÊNDICE G - Tabelas de correspondência		79
APÊNDICE H - Formulário de Perfil do Avaliador do BPL-Framework.....		81
APÊNDICE I - Formulário de Avaliação do BPL-Framework.....		83
APÊNDICE J - Alterações realizadas no código do BPMN2 Modeler		85
APÊNDICE K - Manual de utilização do BPL-Framework.....		88

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Elementos da notação BPMN.....	16
Figura 2.2 – Exemplo de processo privado de premiação de candidatos.	17
Figura 2.3 – Exemplo de processo público de um consultório médico.	18
Figura 2.4 – Processos engenharia de domínio e engenharia de aplicação.....	19
Figura 2.5 – Abordagem GLPN: Gestão de Linha de Processos de Negócio.....	21
Figura 3.1 – Modelo de variabilidades em FM.	28
Figura 3.2 – TMPNs em BPMN*: Pagamento e Entrega.	28
Figura 3.3 – Identificação de <i>outliers</i> em relação ao tempo de elaboração do TMPN.....	35
Figura 3.4 – Identificação de <i>outliers</i> em relação à quantidade de erros no TMPN elaborado.	36
Figura 3.5 – Somatório dos erros dos participantes.....	37
Figura 3.6 – Análise da dispersão dos dados em relação à corretude do TMPN.	38
Figura 3.7 – Análise da dispersão do tempo dos participantes.	39
Figura 4.1 – Arquitetura do BPL-Framework.	45
Figura 4.2 – Menus BPL-Framework.	46
Figura 4.3 – Editor gráfico de elaboração do FM.....	47
Figura 4.4 – Editor gráfico de elaboração do TMPN (ponto de variação).....	48
Figura 4.5 – Editor gráfico de elaboração do TMPN (variante).....	49
Figura 4.6 – Exemplo de variabilidades em eventos.	51
Figura 4.7 – Exemplo de variabilidades em fluxo de sequência.	51
Figura 4.8 – Quantidade de avaliadores por grau de satisfação.	55
Figura C.1 – Processo de venda de salgados.....	71
Figura C.2 – Processo venda de um supermercado.	71
Figura C.3 – Processo venda de autopeças.	71
Figura C.4 – Processo de locação de vídeos.	72
Figura C.5 – Processo locação de carros.....	72
Figura C.6 – Processo locação de livros.	72
Figura D.1 – FM do domínio de vendas.	73
Figura D.2 – FM do domínio de locação.	73
Figura E.1 – TMPN de vendas em BPMN*.....	74
Figura E.2 – TMPN de vendas em vrBPMN.....	74
Figura E.3 – TMPN de locação em BPMN* (elaborado pelo BPL-Framework).	74

Figura E.4 – TMPN de locação em vrBPMN.	75
Figura K.1 – Seleção da plataforma destino.....	88
Figura K.2 – Seleção do JRE.....	88
Figura K.3 – Seleção do link para download.	89
Figura K.4 – Executando o Eclipse.	89
Figura K.5 – Install New Software.	89
Figura K.6 – Install New Software (FeatureIDE).....	90
Figura K.7 – Instalação do FeatureIDE (1).....	90
Figura K.8 – Instalação do FeatureIDE (2).....	90
Figura K.9 – Termo de Licença.....	91
Figura K.10 – Warning Security.....	91
Figura K.11 – Instalação BPL-Framework (1).....	92
Figura K.12 – Instalação BPL-Framework (2).....	92
Figura K.13 – Menu BPL-Framework.	93
Figura K.14 – BPL-Framework Project.	93
Figura K.15 – Interface Inicial.	93
Figura K.16 – Opções do menu <i>BPL-Framework Diagrams</i>	94
Figura K.17 – Interface gráfica para a elaboração de modelos de processo de negócios.....	95
Figura K.18 – Interface gráfica para a elaboração de FMs.	96
Figura K.19 – Interface gráfica para a elaboração do TMPN.	97
Figura K.20 – Desinstalação (Passo 1).	99
Figura K.21 – Desinstalação (Passo 2).	99
Figura K.22 – Desinstalação (Passo 3).	99

Lista de Quadros

Quadro 2.1 – Mapeamento da GLPN.	24
Quadro 3.1 – Estereótipos da notação BPMN*.....	27
Quadro 3.2 – Hipóteses do estudo empírico.....	30
Quadro 3.3 – Artefatos do estudo empírico.	32
Quadro 3.4 – Passos seguidos durante a execução do estudo.	34
Quadro 3.5 – Erros identificados durante a correção dos TMPNs elaborados pelos participantes.....	36
Quadro 3.6 – Análise dos maiores e menores tempos versus total de erros.	39
Quadro 3.7 – Respostas dos participantes.....	40
Quadro 3.8 – Análise das notações BPMN*, C-EPC, C-YAWL e vrBPMN.	42
Quadro 4.1 – Aplicação do GQM.....	52
Quadro 4.2 – Nível de conhecimento dos avaliadores do BPL-Framework.....	54
Quadro 4.3 – Atividades que devem ser realizadas durante a avaliação do BPL-Framework.	54
Quadro G.1 – Tabela de correspondência entre os principais elementos do FM e a notação BPMN*.....	79
Quadro G.2 – Tabela de correspondência entre os principais elementos do FM e a notação vrBPMN.	80
Quadro J.1 – Métodos alterados/criados nas classes dos pacotes do projeto org.eclipse.bpmn2.modeler.core.....	85
Quadro J.2 – Métodos alterados/criados nas classes dos pacotes do projeto org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.	85
Quadro J.3 – Métodos alterados/criados nas classes dos pacotes do projeto org.eclipse.bpmn2.modeler.ui (continuação).	86
Quadro J.4 – Métodos alterados/criados nas classes dos pacotes do projeto org.eclipse.bpmn2.modeler.ui (continuação).	87
Quadro J.5 – Projetos onde suas configurações foram alteradas.....	87

Lista de Siglas

AIQ	Amplitude Interquartil
BPMI	<i>Business Process Management Initiative</i>
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
C-EPC	<i>Configurable Event-Driven Process Chains</i>
CPN	Configurar Processos de Negócio
C-YAWL	<i>Configurable Yet Another Workflow Language</i>
DPN	Descobrir Processos de Negócio da LPN
EDN	Engenharia de Domínio do Negócio
ELP	Engenharia de Linha de Produto
EMF	<i>Eclipse Modelling Framework</i>
EPN	Engenharia de Processo de Negócio
Facom	Faculdade de Computação
FM	Modelo de <i>Features</i>
GLPN	Gestão de Linhas de Processos de Negócio
GQM	<i>Goal-Question-Metric</i>
LPN	Linhas de Processos de Negócio
LPS	Linhas de Produto de Software
MDT	<i>Eclipse Model Development Tools</i>
OMG	<i>Object Management Group</i>
PDO	Processo do Domínio do Negócio
Q1	Primeiro Quartil
Q3	Terceiro Quartil
TMPN	<i>Template</i> de Modelo de Processo de Negócio
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
vrBPMN	<i>variant-rich Business Process Model and Notation</i>

CAPÍTULO 1 - Introdução

1.1 Contextualização

Toda organização, seja ela privada ou pública, possui processos de negócios, associados a regras de negócios, os quais visam alcançar os objetivos organizacionais. Esses objetivos estão distribuídos em diferentes níveis de uma organização (operacional, gerencial e estratégico) (LAUDON e LAUDON, 2010). No entanto, na maioria dos casos, os processos de negócios de uma organização não estão documentados e o conhecimento dos mesmos está implícito, ou seja, refere-se a experiências acumuladas e está incorporado apenas na mente das pessoas.

Assim, devido à forte competitividade do mundo globalizado é necessário que as organizações estabeleçam um conjunto de melhorias que façam o negócio evoluir a cada dia. Porém, para que essas melhorias sejam propostas é necessário descobrir e documentar os processos de negócios das organizações (LANDRE *et al.*, 2014).

Modelos de processos de negócio podem ser elaborados também durante o desenvolvimento de software para entender o funcionamento da empresa e as necessidades de usuários e clientes, com o intuito de elicitare adequadamente os requisitos funcionais e não funcionais do software. Adicionalmente, esse tipo de modelo também pode ser utilizado para direcionar a evolução de sistemas de informação (LADEIRA, 2008), objetivando adequá-los às necessidades atuais do negócio.

Sob essa perspectiva, já existem ações em algumas organizações para explicitar o conhecimento sobre o seu negócio por meio da modelagem de processos de negócio (ERIKSSON e PENKER, 2000). Esse mecanismo apoia a Gestão de Processos de Negócio, pois é uma forma de conhecer melhor e aprimorar continuamente o negócio das organizações de forma a se manterem competitivas no mercado (LAUDON e LAUDON, 2010), bem como possibilita a gestão do conhecimento (DER AALST *et al.*, 2003). Laudon e Laudon (2010) ressaltam ainda que pequenos ajustes ou processos de negócios redesenhados completamente tornam as organizações mais competitivas, eficientes ou orientadas para a qualidade.

Apesar da importância da modelagem de processos de negócio para as organizações, muitas delas ainda não realizam essa prática devido ao tempo e custo que devem ser despendidos. De acordo com Ladeira (2008), modelos de processos de negócio podem ser reutilizados, o que torna possível reduzir tempo e esforço e aumentar a qualidade

na elaboração desse tipo de artefato visto, que já foram validados e aperfeiçoados previamente. Sob essa perspectiva, o uso de técnicas de reutilização de software no contexto de processos de negócio, como é o caso da de Linhas de Processos de Negócio (LPN) ou Famílias de Processos de Negócio, têm sido utilizadas para viabilizar o reuso eficiente de modelos de processos de negócios.

O termo LPN surgiu a partir da adaptação de conceitos e experiências de Linhas de Produto de Software (LPS) (Pohl *et al.*, 2005) para o contexto de processos de negócios, a fim de gerenciar um conjunto de processos de negócio similares. Basicamente, a modelagem de uma LPN é composta por um conjunto de processos de negócio de um mesmo domínio (PDOs); um modelo de variabilidades; um *template* de modelo de processo de negócio (TMPN); e um mapeamento entre os artefatos, utilizado para a rastreabilidade entre eles (LANDRE *et al.*, 2015; GRÖNER *et al.*, 2013).

Desde o surgimento do termo LPN, em 2006, diversas abordagens foram propostas na literatura para apoiar a criação, a instanciação e a evolução desse tipo de linha. Algumas dessas abordagens têm como produto final o software (SCHNIEDERS e PUHLMANN, 2006; GIMENES *et al.*, 2008) e outras o próprio modelo de processos de negócio (ROLLAND e NURCAN, 2010; NUNES *et al.*, 2010; BOFFOLI *et al.*, 2012; LANDRE, 2012), sendo essas últimas de interesse deste trabalho.

Assim como em LPS, o uso de ferramentas computacionais que ofereçam suporte à construção (em especial, que possibilitem a criação dos principais artefatos que compõem a documentação de uma LPN), instanciação e evolução de LPN é imprescindível e colabora para alcançar a reutilização sistemática de modelos de processos de negócios.

1.2 Motivação e Justificativa

A partir do mapeamento sistemático realizado por Terenciani (2014) foi possível observar a existência de diversas abordagens LPN, dentre elas, a abordagem de Gestão de Linhas de Processos de Negócio (GLPN), que é objeto de estudo deste trabalho por ter sido definida pelo grupo de pesquisa de Engenharia de Software da Facom/UFMS. Essa abordagem é direcionada à modelagem de processos de negócio e tem por finalidade apoiar o ciclo de melhoria contínua dos processos de negócio, criar, manter e reusar modelos de processos de negócio de organizações (LANDRE, 2012). Porém, Landre (2012) não apresenta as notações mais indicadas para a criação de LPNs.

Sob essa perspectiva, Terenciani (2014) conduziu um mapeamento sistemático que teve como intuito identificar as notações comumente utilizadas na elaboração dos artefatos que compõem uma LPN (processos do domínio do negócio (PDOs), modelo de variabilidades, TMPN e a rastreabilidade entre o modelo de variabilidades e o TMPN). Com os resultados desse levantamento, observou-se que na maioria dos estudos a notação BPMN (*Business Process Model and Notation*) (OMG, 2015) tem sido a mais utilizada para a modelagem dos PDOs da LPN, além de ser mantida pela *Object Management Group* (OMG). Além disso, diversos autores, como Chinosi e Trombetta (2011) e Juric e Pant (2008), afirmam que o padrão mais utilizado para a modelagem de processo de negócio é a BPMN.

Para a construção do modelo que representa as variabilidades (características variáveis) e as comunalidades (características em comum) entre os produtos de uma mesma família existem várias técnicas de modelagem de variabilidades, entre elas o modelo de *features* (FM) (KANG *et al.*, 1990), o modelo ortogonal (POHL *et al.*, 2005) e os diagramas estendidos da UML, entretanto o FM é a principal técnica utilizada para a elaboração do modelo de variabilidades (CHEN e ALI BABAR, 2011; GRÖNER *et al.* 2013).

Quanto as técnicas e notações utilizadas para elaboração do TMPN, Gröner *et al.* (2013) propõem a adoção de elementos BPMN para modelar o TMPN. Em seu estudo, cada variabilidade é representada no TMPN em um fluxo de execução do processo de negócio. Porém, ao representar variabilidades no TMPN com os mesmos elementos utilizados na representação do processo de negócio, não fica claro quando as decisões são tomadas em tempo de execução (decisões do próprio processo - PDOs da LPN) em relação às decisões tomadas em tempo de elaboração (decisões de variabilidade) (GOTTSCHALK *et al.*, 2007).

Por outro lado, a notação *variant-rich* BPMN (vrBPMN) Schnieders e Puhlmann (2006) utiliza estereótipos da UML 2.0 (OMG, 2015b) para representar variabilidades em processos de negócio de LPNs, tornando-as explícitas no TMPN. Além disso, há um elemento específico nessa notação que representa a rastreabilidade entre o TMPN e o modelo de variabilidades (no caso, o FM). Porém, a notação vrBPMN é complexa devido a quantidade de estereótipos que devem ser utilizados, dificultando seu uso. Assim, observa-se que não há consenso sobre a notação mais adequada para representar TMPN devido às limitações e deficiências apresentadas por cada notação existente. Outras notações para representar variabilidades em processos de negócio foram propostas na literatura, como é o caso das notações *Configurable Event-Driven Process Chains* (C-EPC) (ROSEMANN e DER AALST, 2007) e *Configurable Yet Another Workflow Language* (C-YAWL) (LA ROSA *et al.*, 2008), porém não são baseadas em BPMN.

Apesar das diversas abordagens LPNs propostas na literatura para apoiar a gestão de processos de negócio, os resultados do mapeamento sistemático conduzido por Terenciani (2014) mostraram que nenhuma delas apresenta um conjunto de técnicas apoiadas por ferramentas computacionais para subsidiar a criação, instanciação e a evolução de LPNs. Dessa forma, é evidente a importância de pesquisas sobre ferramentas computacionais que possam apoiar a criação de LPNs, visando propiciar reutilização eficiente de modelos de processos de negócio.

1.3 Objetivos do Trabalho

O objetivo principal deste trabalho é prover um ambiente computacional denominado BPL-Framework (TERENCIANI *et al.*, 2015b) para facilitar a criação de LPNs em conformidade com a abordagem GLPN (LANDRE, 2012).

Os objetivos específicos para alcançar o objetivo estão descritos a seguir:

- Identificar, selecionar e adaptar notações existentes para apoiar as fases do processo de criação de LPNs da abordagem GLPN, definida por Landre (2012);
- Selecionar ferramentas existentes que ofereçam apoio computacional às notações previamente selecionadas;
- Adaptar as ferramentas selecionadas para se adequarem às notações selecionadas, que visam apoiar a fase de criação de LPNs da GLPN;
- Definir um arcabouço de ferramentas computacionais, composto pelas ferramentas selecionadas e/ou adaptadas, que auxilie a aplicabilidade das fases de criação da GLPN; e
- Avaliar o arcabouço proposto.

1.4 Organização da Escrita da Dissertação

A escrita desta dissertação está organizada em cinco capítulos.

No Capítulo 1, como pôde-se observar, foi realizado uma explanação geral sobre o tema do trabalho e a forma como o mesmo está organizado.

No Capítulo 2 são abordados os principais conceitos sobre a modelagem de processos de negócio e os principais elementos da notação BPMN 2.0.2. São apresentados

também os principais conceitos de LPN, bem como a abordagem GLPN, de interesse deste trabalho.

No Capítulo 3 é apresentado uma extensão da notação BPMN, denominada BPMN*, que adiciona elementos à notação BPMN tomando como base os elementos do FM, com o intuito de permitir a criação do TMPN com menos erros, uma vez que não há necessidade de conhecer uma nova notação além do BPMN e do FM. Essa notação foi avaliada por meio de um estudo empírico também apresentado nesse capítulo.

No Capítulo 4 é apresentado o BPL-Framework, um *plug-in* de código aberto baseado no Eclipse (ECLIPSE, 2015) que objetiva oferecer um ambiente computacional para a criação dos artefatos que devem ser gerados durante o processo de criação de uma LPN da GLPN. Além disso, foi realizada uma avaliação do BPL-Framework com base na ISO/IEC 25040 (ISO, 2011) e na ISO/IEC 25010 (ISO, 2011b).

Por fim, no Capítulo 5, apresenta-se a conclusão deste trabalho, contendo as principais contribuições, limitações e sugestões de trabalhos futuros. Nos apêndices são mostrados os artefatos produzidos para a condução do estudo empírico relacionado a avaliação da BPMN* e para a realização da avaliação do BPL-Framework. Também constam nos apêndices a descrição das modificações realizadas no *plug-in* BPMN2 Modeler (BPMN2 MODELER, 2015) para atender a notação BPMN*, bem como o manual de instalação e utilização do BPL-Framework.

CAPÍTULO 2 - Embasamento Teórico

2.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo são abordados os elementos que darão suporte teórico para o entendimento do presente trabalho.

Na Seção 2.2 são apresentados os principais conceitos e definições sobre modelagem de negócios e também a notação BPMN, bem como os principais elementos que a compõe. Na Seção 2.3 são apresentados os principais conceitos e definições sobre Linhas de Processos de Negócio (LPN), dando ênfase à abordagem GLPN, que é a utilizada neste trabalho para a concepção do BPL-Framework. Na Seção 0 são apresentadas as considerações finais do capítulo.

2.2 Modelagem de Negócios

Um modelo de negócio é uma representação do processo de negócio que permite às empresas documentar, simular, compartilhar, implementar, avaliar e melhorar continuamente as suas operações (JOSUTTIS, 2008). A partir de um modelo de negócio é possível visualizar e compreender o funcionamento organizacional, ou seja, entender os objetivos, tarefas e os papéis de cada pessoa dentro de uma empresa. Adicionalmente, os modelos de negócios proporcionam a compreensão de todos os aspectos envolvidos no domínio do negócio (LADEIRA, 2008).

Existem várias definições de processo de negócio. Uma delas refere-se a um conjunto definido de atividades que representam os passos necessários para atingir um objetivo do negócio, incluindo o fluxo e o uso das informações e dos recursos (OMG, 2015).

Sob essa perspectiva surgiu a Gestão de Processos de Negócio, que atua como uma abordagem organizada e instrumental, com o intuito de identificar, documentar, desenhar, operar, monitorar e melhorar os processos para alcançar resultados que são consistentes e alinhados com os objetivos organizacionais. O uso de conceitos de Gestão de Processo de Negócio permite a uma organização não só refletir sobre os resultados esperados, mas também modelá-los e executá-los (ERIKSSON e PENKER, 2000).

Com base nos requisitos adquiridos na fase de levantamento de requisitos, os modelos de negócios podem ser elaborados também durante o desenvolvimento de sistemas

de software para descrever e direcionar a evolução do sistema de informação (LADEIRA, 2008), visando alcançar os objetivos operacionais e organizacionais da empresa.

Um modelo de negócio pode ser representado por várias visões (Eriksson e Penker, 2000; Ladeira, 2008), como é o caso da visão de processos, da visão de objetivos, da visão de papéis e da visão de regra de negócio. A visão de processos de negócio descreve um processo como um conjunto de atividades a serem realizadas e o relacionamento entre elas. A visão de objetivos especifica as intenções por trás das atividades e as suas ligações. Na visão de papéis os modelos são compostos por papéis, recursos e objetivos do processo de negócio. Na visão de regras de negócio os modelos são compostos por objetivos, regras de negócio e informação (LADEIRA, 2008). Dentre as quatro visões, a visão de processos de negócio é a mais explorada, de acordo com os resultados do mapeamento sistemático realizado por Landre (2012), e é a tratada pela abordagem GLPN.

Apesar das várias linguagens ou notações diferentes para a representação de processos de negócios, diversos autores como Chinosi e Trombetta (2011) e Juric e Pant (2008) afirmam que atualmente a notação mais utilizada é a BPMN (OMG, 2015). Assim, essa é a notação utilizada pela abordagem GLPN, utilizada neste trabalho, e está apresentada na Seção 2.2.1.

2.2.1 A Notação BPMN

A BPMN foi desenvolvida pelo *Business Process Management Initiative* (BPMI) em 2004 e atualmente é mantida pela OMG. A versão atual BPMN 2.0.2 foi disponibilizada em dezembro de 2013.

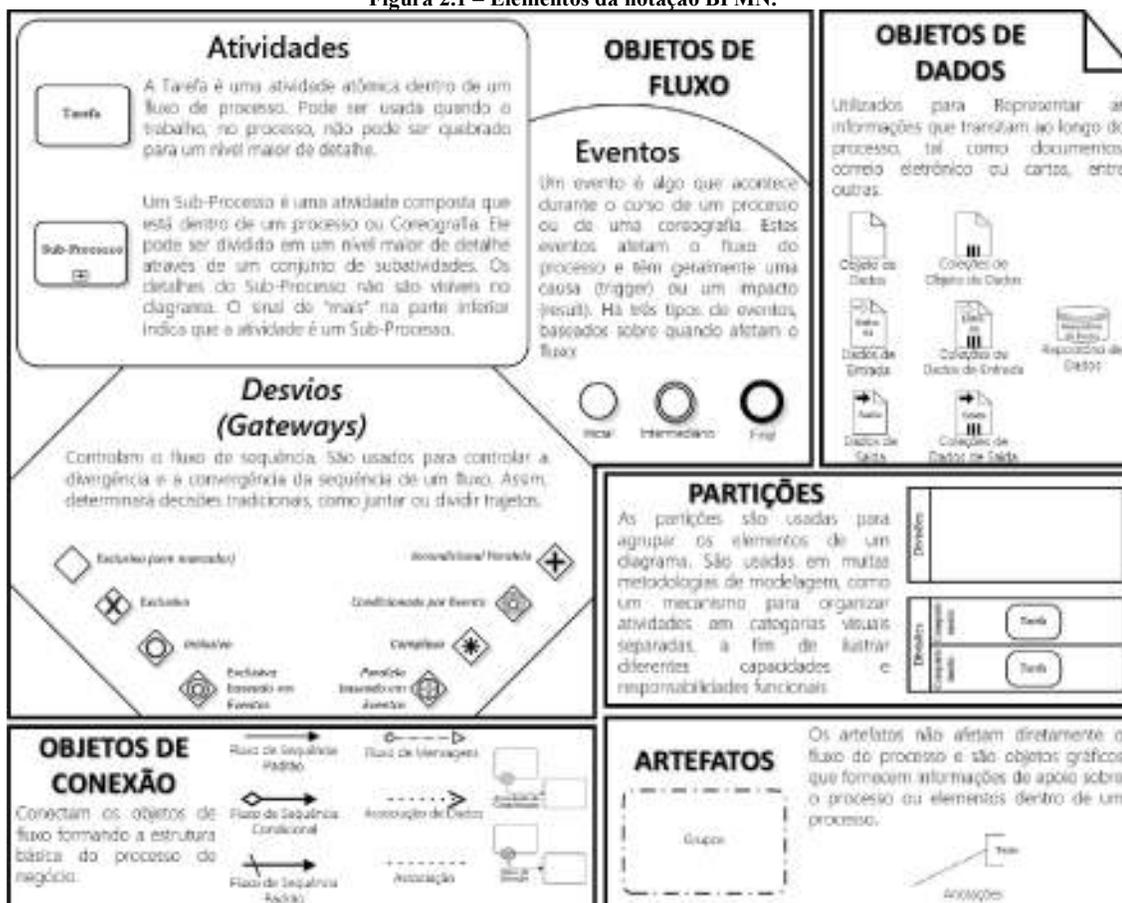
Segundo a OMG (2015), o principal objetivo da BPMN é prover uma notação que seja facilmente compreensível por todos os usuários do negócio, pelos engenheiros do domínio, pelos desenvolvedores de sistemas de informação e pelas pessoas que irão gerenciar e monitorar o processo. Assim, a BPMN preenche a lacuna entre o projeto do processo de negócio e a sua implementação.

A notação BPMN fornece um conjunto de elementos gráficos para representar os processos de negócios fim a fim, ou seja, o conjunto de todos os processos de negócios de uma organização.

Os elementos da notação BPMN são classificados em cinco categorias básicas: Objetos de Fluxo, Objetos de Dados, Objetos de Conexão, Partições e Artefatos, conforme ilustrados na Figura 2.1. Ressalta-se que nem todos os elementos da categoria “Objetos de

Fluxo” estão apresentados nessa figura. Existem quatro tipos básicos de diagramas que podem ser representados pelo modelo BPMN: Processo, Coreografia, Colaboração e Conversação, sendo o primeiro o de interesse deste trabalho.

Figura 2.1 – Elementos da notação BPMN.



Os objetos de fluxo representam as ações que podem acontecer em um processo de negócio. Existem três objetos de fluxo: os Eventos, as Atividades e os Desvios (em inglês, *Gateway*). Um evento é algo que acontece durante o curso de um processo e são representados graficamente por círculos com centros abertos para permitir marcadores internos para diferenciar gatilhos ou resultados. Atividade é um termo genérico para o trabalho que a empresa realiza em um processo. Ela pode ser atômica ou não atômica (composta). Os tipos de atividades que fazem parte de um modelo de processo são: sub-processos e tarefas, e são representados por retângulos com cantos arredondados. Os desvios determinam ramificações (*branching*), bifurcações (*forking*), fusões (*merging*), e junções

(*joining*) que acontecem em um fluxo de negócio, são representados por losangos e também permitem marcadores internos os quais indicam o tipo de comportamento do controle.

Os elementos de dados são usados para mostrar como os dados e documentos são usados dentro de um processo. Podem ser usados para definir as entradas e saídas de atividade. Um elemento de dados pode ser único ou pode ser uma coleção de elementos, sendo possível representar ambas as situações em BPMN. É possível também representar repositórios de dados na notação.

Os objetos de fluxo são conectados em um diagrama para criar a estrutura básica do processo de negócio. Essa ligação é providenciada pelos objetos de conexão. Os objetos de conexão facilitam o entendimento da sequência em que as atividades são executadas.

As partições são usadas para agrupar os elementos de um diagrama. São usadas em muitas metodologias de modelagem como um mecanismo para organizar atividades em categorias visuais separadas, a fim de ilustrar diferentes capacidades e responsabilidades funcionais (WHITE, 2004).

Os artefatos não afetam diretamente o fluxo do processo e são objetos gráficos que fornecem informações de apoio sobre o processo ou elementos dentro de um processo. Na notação BPMN existem dois artefatos: os Grupos e as Anotações Textuais.

Do ponto de vista de diagramas BPMN, os diagramas de processo, que são de interesse deste trabalho por serem considerados pela GLPN, também chamados de *orquestrações*, são utilizados para representar modelos de processos de negócio. Os processos podem ser processos privados ou processos públicos.

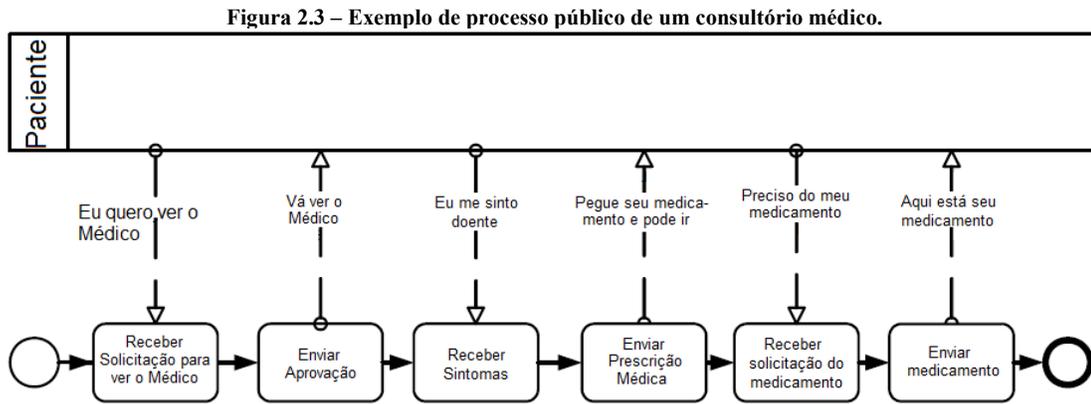
Na Figura 2.2 é mostrado um processo privado, que descreve o processo de premiação de um candidato. Os processos privados focam no funcionamento interno da empresa. Na notação BPMN os ícones no canto superior esquerdo indicam informações adicionais sobre a natureza de uma tarefa a ser executada.



Fonte: adaptado OMG (2015).

Os processos públicos representam interações entre um processo privado e outros processos ou *participantes*. Um processo público mostra as atividades envolvidas nas interações entre dois ou mais processos/participantes. Na Figura 2.3 é apresentado um

exemplo de processo público de um consultório médico em que o paciente é representado como um participante interagindo com as tarefas do processo por meio de troca de mensagens representadas pelas setas pontilhadas (OMG, 2015).



Fonte: adaptado OMG (2015).

2.3 Linha de Processos de Negócio

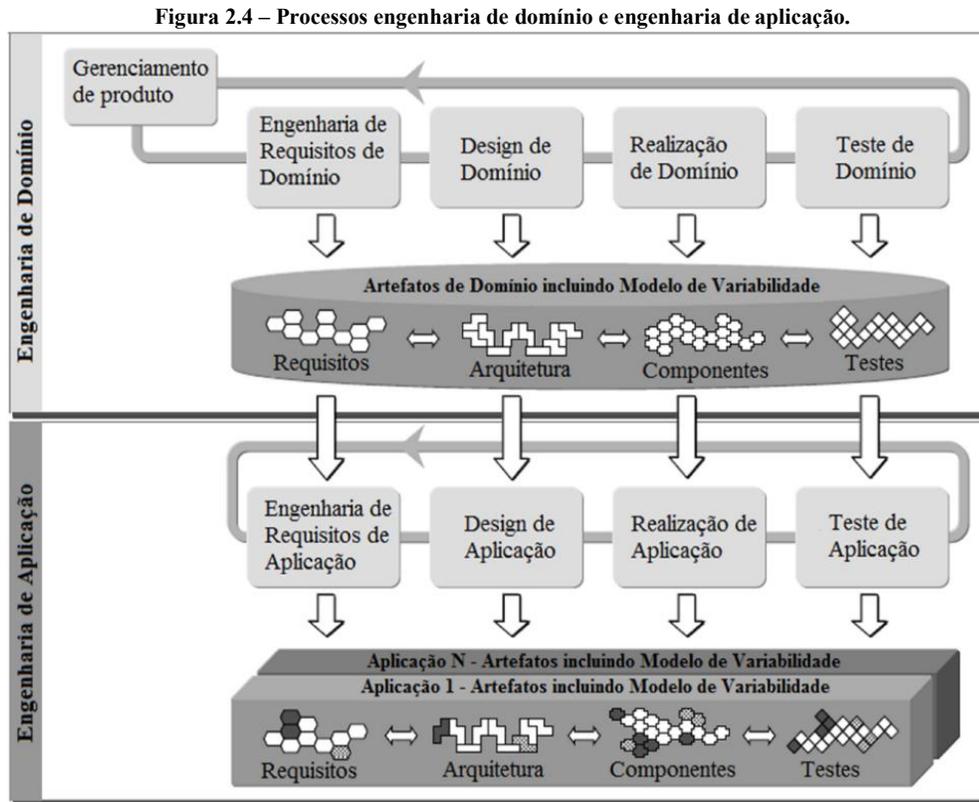
As abordagens de reutilização de software estimulam a criação de novos artefatos por meio da reutilização daqueles pré-existentes. Apesar do reuso ter sido proposto há mais de 40 anos por McIroy (1968), as técnicas de reutilização de software têm ganhado importância significativa há menos de 20 anos.

Linha de Produto de Software (LPS) é uma das técnicas de reutilização de software existentes e foi concebida a partir da adaptação do conceito de Engenharia de Linha de Produto (ELP). A ELP é comumente aplicada na engenharia para alcançar a customização em massa com economia de escopo por meio da produção coletiva (ao invés de individual) de múltiplas instâncias similares, mas de *design* e protótipos distintos (WEISS e LAI, 1999).

Sommerville (2011) descreve uma LPS como um conjunto de aplicações que compartilham a mesma arquitetura e os mesmos componentes, sendo que cada aplicação é especializada para refletir as suas necessidades diferentes. O núcleo da aplicação de software é projetado para ser configurado e adaptado para atender diferentes necessidades, de acordo com o cenário do cliente.

De acordo com Pohl *et al.* (2005), uma LPS é construída e instanciada a partir de dois processos denominados, respectivamente, Engenharia de Domínio e Engenharia da Aplicação, conforme ilustrados na Figura 2.4. Basicamente, a Engenharia de Domínio enfoca

gerenciamento das variabilidades de todos os artefatos de software da LPS e a Engenharia da Aplicação é responsável por criar o produto final a partir da LPS.



Fonte: adaptado de Pohl et al. (2005).

O termo “variabilidade” refere-se às características de um produto que podem ser customizadas. Em um domínio específico de negócio existem as características obrigatórias (comunalidades) e as que podem ser alteradas (variabilidades). Conforme Pohl *et al.* (2005), uma variabilidade é composta por um ponto de variação e suas variantes. Um ponto de variação é o local onde a variação pode ocorrer (por exemplo, cor do veículo) e as variantes são as possíveis soluções que existem para o ponto de variação (por exemplo, branca, preta, prata e vermelha). Assim, o gerenciamento das variabilidades visa organizar comunalidades e variabilidades de forma a gerar produtos com mais qualidade, reduzindo a utilização dos recursos organizacionais.

A partir de 2006, o conceito LPS foi adaptado para o contexto de processos de negócio, dando origem ao termo Linha de Processos de Negócio (LPN) ou Família de Processos de Negócio, a fim de gerenciar um conjunto similar de processos de negócio

similares ao invés de apenas um único. Uma LPN é um portfólio estreitamente relacionado com variabilidades nas características e contextos operacionais (BOFFOLI *et al.*, 2012).

Segundo Boffoli *et al.* (2012), uma LPN é capaz de levantar tanto os componentes invariantes quanto variantes, a fim de capturar as variabilidades do processo e promover a reutilização e a flexibilidade necessária em um ambiente de negócio em constante mudança.

Uma LPN busca gerenciar um conjunto de comunalidades, que são as partes comuns do domínio do negócio; um conjunto de variabilidades, que podem ser selecionadas para adequar o processo de destino; e um conjunto de regras, que explicitam a tarefa de tomada de decisão para realizar a composição flexível de ativos de processos de negócio (BOFFOLI *et al.*, 2012).

Dessa forma, em geral, durante a construção de uma LPN são elaborados os seguintes artefatos: um conjunto de processos de negócio de um mesmo domínio (PDOs); um modelo de variabilidades, que representa “o que” e “como” o negócio varia; um *template* de modelo de processo de negócio (TMPN), modelo que representa as variabilidades em processos de negócio de um mesmo domínio; e um mapeamento entre os artefatos, utilizado para a rastreabilidade entre eles (LANDRE *et al.*, 2015; GRÖNER *et al.*, 2013). Exemplificando, no domínio de vendas cada PDO representa uma versão dos processos de negócio de uma organização do ramo de venda. O modelo de variabilidades apresenta as diferenças presentes nos PDOs, com o intuito de modelar as variabilidades do domínio. Por fim, o TMPN apresenta as comunalidades e as variabilidades do domínio em um único modelo, sendo que cada variabilidade do TMPN deve também estar representada no modelo de variabilidades.

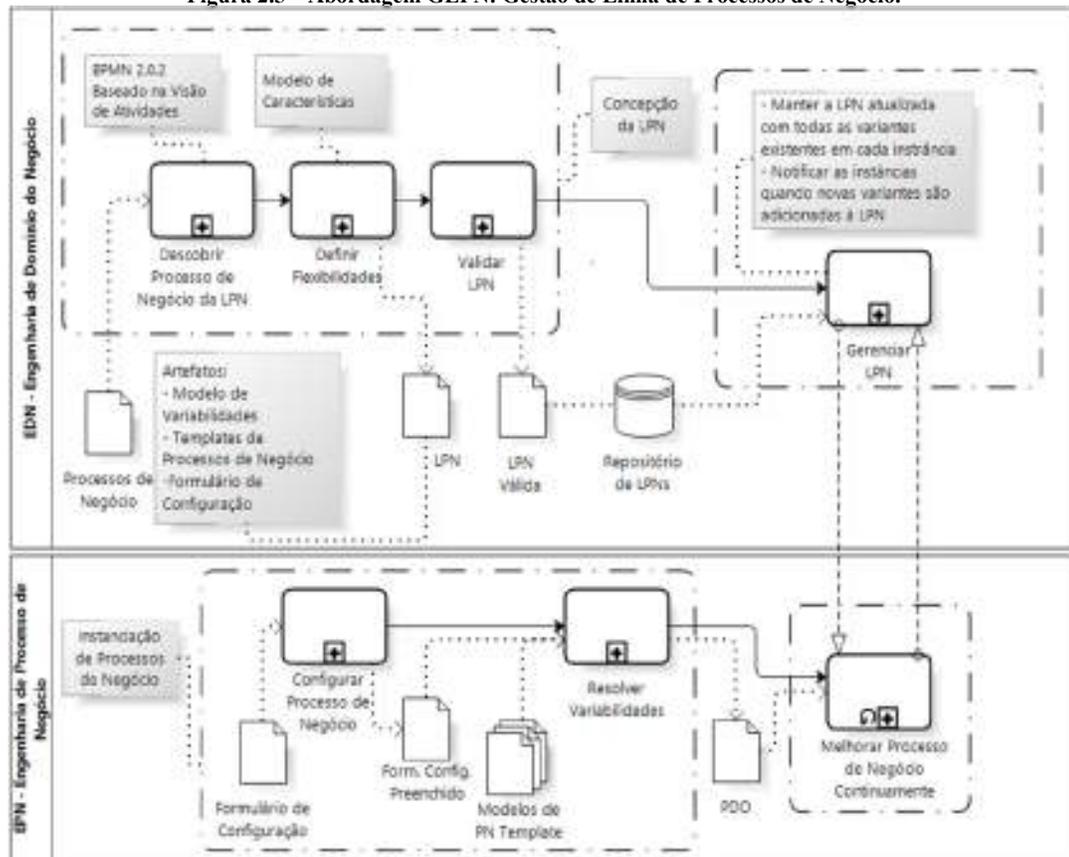
Desde o surgimento do termo LPN, diversas abordagens foram propostas na literatura para apoiar a criação, a instanciação e a evolução desse tipo de linha. Algumas dessas têm como produto final o software (SCHNIEDERS e PUHLMANN, 2006; GIMENES *et al.*, 2008) e outras o próprio modelo de processos de negócio (ROLLAND e NURCAN, 2010; NUNES *et al.*, 2010; BOFFOLI *et al.*, 2012; LANDRE, 2012). Essas últimas são de interesse deste trabalho, em especial, a GLPN (Gestão de Linhas de Processos de Negócio) (LANDRE, 2012) apresentada na próxima seção.

2.3.1 Abordagem GLPN¹

A GLPN é direcionada à gestão de processos de negócios e tem por finalidade apoiar o seu ciclo de melhoria contínua, além de manter e reusar modelos de todos os processos de negócio de organizações (LANDRE, 2012). Ela é composta por dois processos: Engenharia de Domínio do Negócio (EDN) e Engenharia de Processo de Negócio (EPN), conforme ilustrados na Figura 2.5. O EDN é equivalente ao processo de Engenharia de Domínio do arcabouço elaborado por Pohl *et al.* (2005) e o EPN é o processo da GLPN equivalente à Engenharia de Aplicação.

Os principais objetivos do EDN são a criação e a manutenção da LPN, com o foco central no gerenciamento das variabilidades dos processos de negócio. O EDN é dividido nas seguintes fases descritas a seguir: Descobrir Processos de Negócio da LPN, Definir Flexibilidades, Validar LPN e Gerenciar LPN.

Figura 2.5 – Abordagem GLPN: Gestão de Linha de Processos de Negócio.



Fonte: adaptado de Landre (2012).

¹ A escrita desta seção é baseada no Capítulo 4 de Landre (2012).

Na fase “Descobrir Processos de Negócio da LPN” (DPN) os primeiros processos de negócios do domínio (PDOs) são modelados. Logo, a principal atividade dessa fase é a modelagem de processos de negócio. Essa fase pode ser baseada nas abordagens proativa e reativa de construção de LPS (KRUEGER, 2001), adaptadas para o contexto de LPN. Na abordagem proativa, a LPN é desenvolvida antes de existirem os PDOs, assim a partir do planejamento inicial são considerados os PDOs que poderão ser gerados pela LPN. Na abordagem reativa, o ativo base já existe, bem como uma versão inicial da linha, no entanto, a medida que novas comunalidades e variabilidades surgem é necessário a evolução da LPN por meio de incrementos.

Durante a fase “Definir Flexibilidades” considera-se a abordagem extrativa (KRUEGER, 2001), em que os engenheiros do domínio do negócio devem analisar os PDOs de modo que sejam extraídas as comunalidades e as variabilidades. Além disso, são identificados os elementos dos processos de negócio que devem ser configurados no momento da instanciação. Os elementos configuráveis devem ser documentados de maneira que seja possível obter um formulário para preenchimento das informações necessárias para a configuração de cada elemento na fase “Configurar Processos de Negócio” do processo EPN.

A Validação de uma LPN consiste em garantir que cada modelo de processos de negócio, que é possível de se instanciar por meio de configuração (fase Configurar Processos de Negócio do processo EPN), não viole restrições de boa formação de acordo com o TMPN. Para uma LPN ser considerada válida devem-se resolver as variabilidades de todas as maneiras que o modelo permita, analisar todas as possíveis instâncias de processos de negócio e para cada instância avaliar se os modelos de processos de negócio estão sintaticamente corretos de acordo com a notação adotada, bem como conferir se a instância está de acordo com as dependências e restrições do modelo de variabilidades. Essa técnica de validação tem um alto custo, consome muito tempo e podem ocorrer muitos erros. Para tanto, é imprescindível o uso de ferramentas de apoio à validação de LPNs.

A última fase do EDN é Gerenciar LPN, e tem como objetivos manter a LPN atualizada com todas as variantes existentes em cada instância, notificando-as quando novas variantes são adicionadas à LPN. Nessa fase devem-se controlar as versões da LPN, mantendo suas instâncias sincronizadas com as diferentes versões da LPN, podendo evoluir para uma versão mais nova no momento oportuno e retomar versões anteriores quando necessário.

Assim, durante a construção e manutenção de uma LPN com o apoio da GLPN, de acordo com Landre (2012), é recomendável representá-la e documentá-la de maneira que sejam modelados: todos os processos de negócio que compõem o domínio coberto; todos os

pontos de variação de cada modelo de processo de negócio; todas as variantes de cada ponto de variação; todas as realizações de variantes de cada ponto de variação; todas as dependências de variabilidade; e todas as restrições de variabilidade.

O processo EPN tem como principais objetivos instanciar os processos de negócio para uma organização específica, levando em consideração as variabilidades definidas no processo EDN, e mantê-los em melhoria contínua, enviando *feedback* para a fase “Gerenciar LPN” a respeito de possíveis mudanças na seleção de variantes, bem como sugestões para novas variantes e pontos de variações. As fases que compõem o EPN, descritas a seguir, são: Configurar Processos de Negócio, Resolver Variabilidades e Melhorar Processos de Negócio Continuamente.

A fase “Configurar Processos de Negócio” (CPN) recebe como entrada um formulário de configuração, fornecido pelo processo EDN (gerado na fase “Definir Flexibilidades”), contendo todos os elementos que devem ser configurados. Nessa fase são atribuídos valores aos elementos configuráveis identificados no EDN, de maneira a retratar a realidade do negócio representada pelo PDO que está sendo criado a partir da instanciação da LPN.

Os formulários de configuração preenchidos juntamente com as informações levantadas na CPN são entradas para a fase “Resolver Variabilidades”. Durante essa fase, cada ponto de variação do modelo de variabilidades demarcado no TMPN é analisado e as variantes necessárias para a instanciação do novo processo de negócio são selecionadas. No final, os modelos de processos de negócio já configurados e com as variantes resolvidas são gerados.

Depois que o PDO está modelado, se mantém em constante evolução. A fase “Melhorar Processos de Negócio Continuamente” tem como principal objetivo adequar o PDO às mudanças da organização de maneira ágil. Nessa fase o EPN se mantém em constante comunicação com o EDN (fase: Gerenciar LPN), enviando *feedbacks* a respeito das mudanças (a serem) feitas.

No Quadro 2.1 são apresentadas as atividades de cada fase, bem como os artefatos que devem ser produzidos e a técnica ou a notação utilizada para a elaboração dos mesmos. Exemplificando, durante a fase “Descobrir Processo de Negócio da LPN” são realizadas as atividades Definição do Projeto de DPN, Elicitar Processos de Negócio, Modelar Processos de Negócio e Validar Processos de Negócio, e são elaborados os PDOs iniciais tomando como base a notação BPMN 2.0.2.

Quadro 2.1 – Mapeamento da GLPN.

Processo/Fase	Atividade	Artefatos Esperados	Técnica ou Notação
EDN/ Descobrir Processos de Negócio da LPN (DPN)	Definição do Projeto de DPN.	PDOs iniciais da LPN	BPMN 2.0.2.
	Modelar Processos de Negócio.		
	Elicitar Processos de Negócio.		
	Modelar Processos de Negócio.		
	Validar Processos de Negócio.		
EDN/ Definir Flexibilidades	Identificar Elementos Configuráveis.	TMPN	vrBPMN (SCHNIEDERS e PUHLMANN, 2006) ou BPMN* (Capítulo 3) Documento textual
	Documentar cada Elemento Configurável.	Modelo de variabilidades	
	Efetuar Adaptações Sintáticas no Modelo de Processo de Negócio.		
	Identificar Variabilidades.		
	Construir o TMPN.	Formulário de configuração	Modelo Ortogonal (POHL et al., 2005) ou FM (KANG, 1900)
Atualizar o Modelo de Variabilidades da LPN.			
EDN/ Validar LPN	Obter todos os possíveis conjuntos de resoluções das variabilidades do modelo de variabilidades da linha.	LPN válida.	vrBPMN, BPMN* modelo ortogonal ou de características, documento textual
	Para cada conjunto obtido, instanciar a LPN e verificar se o PDO resultante é válido de acordo com as regras da notação BPMN.		
EDN/ Gerenciar LPN	Armazenar informações atualizadas sobre as instâncias da LPN no repositório da LPN.	LPN atualizada no repositório.	Repositório e ferramenta de controle de versões.
	Propagar mudanças gerais para as instâncias da LPN.		
EPN/ Configurar Processo de Negócio (CPN)	Identificar Valores para Elementos Configuráveis.	Formulário de Configuração Preenchido.	Documento textual.
	Preencher Formulário de Configuração.		
EPN/ Resolver Variabilidades	Resolver as variabilidades.	Gerar instâncias da linha.	BPMN 2.0.2
	Gerar Modelos BPMN.		
EPN/ Melhorar Processos de Negócio Continuamente	Identificar Melhorias.	<i>Feedback</i> para a fase Gerenciar LPN.	Ferramenta que possibilite a gestão de LPNs.
	Visitar Repositório da LPN.		
	Adequar Mudanças.		
	Projetar Mudanças.		
	Implantar Mudanças.		
	Enviar Feedback.		

2.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentado o embasamento teórico necessário para o entendimento e para o desenvolvimento deste trabalho.

A notação BPMN está sendo utilizada tanto no ambiente comercial quanto no acadêmico para modelagem de processos de negócio. Por ser o padrão utilizado pela OMG, por sua grande aceitação e por ser a notação utilizada pela GLPN, será a notação para

modelagem de processos de negócio selecionada para a composição do arcabouço computacional BPL-Framework (TERENCIANI *et al.*, 2015b), apresentado no Capítulo 4.

O uso de ferramentas computacionais que forneçam apoio a LPN, que possam facilitar sua criação e instanciação são importantes para o ambiente empresarial e acadêmico. Esse fator mostra a relevância deste trabalho, o qual utiliza a GLPN como base, em especial as fases e artefatos da EDN, para o estabelecimento dos requisitos do BPL-Framework.

No próximo capítulo é apresentada uma proposta de notação para a modelagem de variabilidades em processo de negócio, denominada BPMN*, visto que não há consenso na literatura quanto à notação mais indicada para isso conforme discutido na Seção 1.2.

CAPÍTULO 3 - BPMN*: Representação de Variabilidades em Processos de Negócio

3.1 Considerações Iniciais

Diante das carências observadas na literatura quanto à existência de uma notação padrão para representar variabilidades em modelos de processos de negócio, este capítulo apresenta uma notação, denominada BPMN*. Essa notação surgiu por meio da adição à notação BPMN de um conjunto de estereótipos e *tagged value* baseados no FM. Além disso, é apresentado neste capítulo um estudo empírico planejado de acordo com Wohlin *et al.* (2012) e conduzido no segundo semestre de 2014 que tem como intuito averiguar a produtividade dos participantes em função do tempo gasto na elaboração do TMPN e a corretude do TMPN gerado nas notações vrBPMN e BPMN*. A notação vrBPMN foi selecionada para o estudo empírico por ter sido a principal notação encontrada para a modelagem de variabilidades em processo de negócio, baseada em BPMN, durante o levantamento bibliográfico realizado em Terenciani (2014).

Na Seção 3.2 são apresentados os elementos da notação BPMN*. Na Seção 3.3 é apresentado o estudo empírico conduzido para analisar a notação proposta. Na Seção 3.4 é apresentada uma análise de outras notações de modelagem de variabilidade em processo de negócio em relação à notação BPMN*. Por fim, na Seção 3.5 são descritas as considerações finais do capítulo.

3.2 Notação BPMN*

A notação BPMN* consiste em uma extensão da notação BPMN, uma vez que um conjunto de estereótipos e *tagged value* baseados no FM foram adicionados à notação BPMN, bem como um novo elemento foi adicionado ao seu metamodelo para representar uma associação de variabilidade, ou seja, um relacionamento entre um ponto de variação e suas respectivas variantes (TERENCIANI *et al.*, 2015). A BPMN foi escolhida para ser estendida neste trabalho pois, de acordo com Chinosi e Trombetta (2012), é considerada a mais adequada para representar processos de negócio. Os elementos do FM foram escolhidos como base para a concepção da BPMN* por ser comumente utilizado para representar variabilidades (GRÖNER *et al.*, 2013).

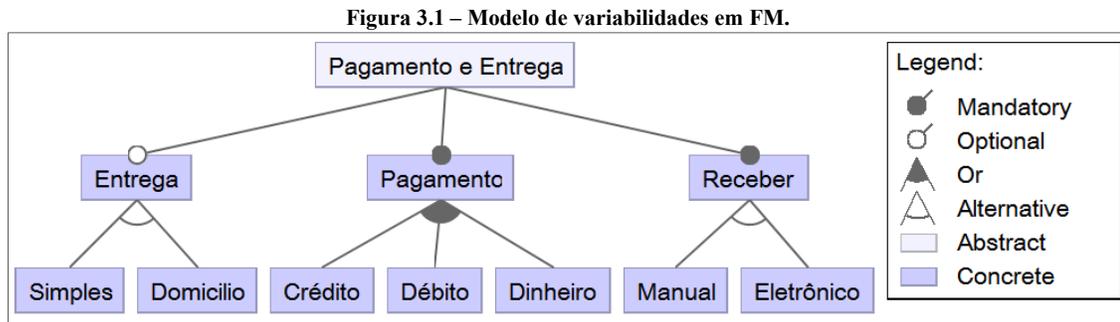
O intuito da BPMN* é facilitar a modelagem de variabilidades em processos de negócio de uma LPN, isto é, a elaboração do TMPN. A principal justificativa para a extensão proposta é que os engenheiros do domínio do negócio não necessitam ter conhecimento de uma notação específica para a representação das variabilidades em processos de negócio, como é o caso do vrBPMN. Além disso, acredita-se que a curva de aprendizado sobre a BPMN* é menor caso os engenheiros do domínio do negócio conheçam a notação BPMN e o FM, que são comumente utilizados para a modelagem de LPN. Isso é observado nos resultados do estudo empírico apresentado neste capítulo.

No Quadro 3.1 são apresentados os estereótipos, *tagged value* e o novo elemento adicionados ao BPMN para a representação da variabilidade em processos de negócio de LPNs. Um estudo para identificar os elementos BPMN nos quais poderia ocorrer variabilidade foi conduzido com base em Gröner *et al.* (2013) e Schnieders e Puhlmann (2006). A partir desse estudo observou-se que pode ocorrer variabilidade nos seguintes elementos do BPMN: processo, sub-processo, atividades, eventos, objetos de dados, *pool* e fluxo de sequência. Dessa forma, os elementos do BPMN* podem ser utilizados para representar variabilidade em tais elementos do BPMN durante a modelagem de variabilidade em processos de negócio.

Quadro 3.1 – Estereótipos da notação BPMN*.

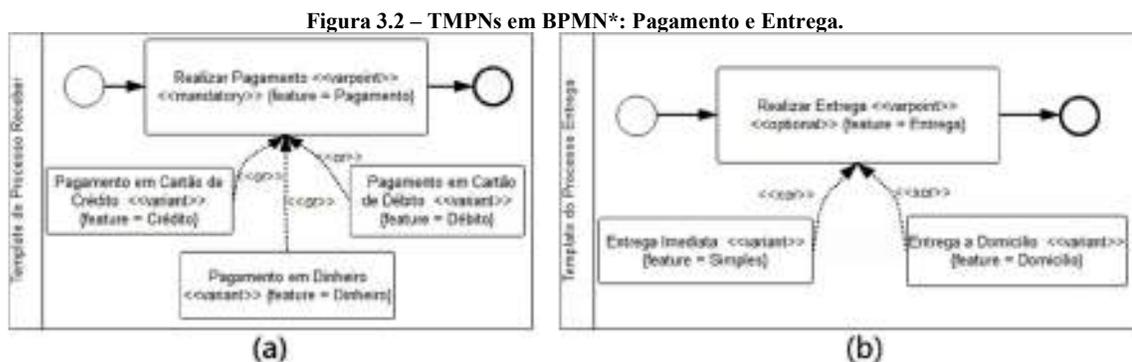
Estereótipo	Descrição
<<varpoint>>	Estereótipo adicionado em elementos BPMN, com a finalidade de identificar pontos de variação, ou seja, onde a variabilidade ocorre.
<<variant>>	Estereótipo adicionado em elementos BPMN, com a finalidade de identificar as variantes, ou seja, as possíveis resoluções de um ponto de variação. Uma variante sempre estará associada a um ponto de variação, por meio do elemento “Associação de Variabilidade”.
<<mandatory>>	Estereótipo adicionado para identificar os pontos de variação e variantes que obrigatoriamente devem ser resolvidos. Esse estereótipo pode ser omitido.
<<optional>>	Estereótipo adicionado para identificar os pontos de variação e variantes que têm um comportamento opcional.
<<or>>	Estereótipo adicionado às associações de variabilidade para explicitar o comportamento das variantes em relação ao ponto de variação. Nesse caso o estereótipo indica que uma ou mais variantes do ponto de variação deverão ser selecionadas.
<<xor>>	Estereótipo adicionado às associações de variabilidade para explicitar o comportamento das variantes em relação ao do ponto de variação. Nesse caso o estereótipo indica que somente uma das variantes do ponto de variação deve ser selecionada.
feature	<i>tagged value</i> adicionado aos elementos de variabilidade para identificar a correspondência do elemento com o FM.
	A associação de variabilidade é um elemento gráfico utilizado para representar a associação entre um ponto de variação e suas variantes.

A Figura 3.1 representa um modelo de variabilidades em FM contendo três pontos de variação: “Entrega”, “Pagamento” e “Receber”. Os pontos de variação “Pagamento” e “Receber” são obrigatórios sendo que suas variantes são opcionais (<<or>>) e alternativas (<<xor>>), respectivamente. O ponto de variação “Entrega” é opcional e está associado com suas variantes “Simples” e “Domicílio” por meio do relacionamento alternativo (<<xor>>).



Fonte: adaptado de Landre *et al.* (2014).

A Figura 3.2 (a) é a representação do ponto de variação “Pagamento” em BPMN*. Nesse caso, o estereótipo <<varpoint>>, adicionado ao *label* da atividade “Realizar Pagamento”, indica que essa é um ponto de variação. A *tagged value* “feature” indica o nome da *feature* correspondente, possibilitando a rastreabilidade entre o FM (Figura 3.1) e o TMPN (Figura 3.2 (a)). As variantes são identificadas com o estereótipo <<variant>> e estão associadas ao seu respectivo ponto de variação por meio de uma “associação de variabilidade” com o estereótipo <<or>>, indicando o mesmo comportamento do FM. Na Figura 3.2 (a), também é possível observar a utilização do estereótipo <<mandatory>>, indicando que a tarefa “Realizar Pagamento” é obrigatória. Como mencionado anteriormente, esse estereótipo pode ser omitido.



A Figura 3.2 (b) é a representação do ponto de variação “Entrega” em BPMN*. Nesse caso, os estereótipos <<varpoint>> e <<optional>> adicionados ao *label* da atividade “Realizar Entrega” indicam que essa é um ponto de variação opcional. O estereótipo <<xor>> adicionado à associação de variabilidade indica que somente uma das variantes deve ser selecionada durante a instanciação da LPN.

Salienta-se que por motivo de representação do uso da notação BPMN*, apenas as variabilidades estão sendo ilustradas nos TMPNs da Figura 3.2.

3.3 Estudo Empírico

Nesta seção é mostrado o desenvolvimento do estudo empírico para analisar a notação BPMN*. Na Seção 3.3.1 é apresentado o estudo realizado. Na Seção 3.3.2 é exposto como o estudo foi planejado. A Seção 3.3.3 aborda a execução do estudo. Na Seção 0 são apresentados e analisados os dados coletados durante a execução do estudo. Na Seção 0 é apresentada a análise das hipóteses. Na Seção 3.3.6 são apresentados os pontos de vista dos participantes em relação às notações BPMN* e vrBPMN.

3.3.1 Definição do Estudo Empírico

O objetivo do estudo empírico é **analisar** os TMPNs gerados ao utilizar as notações BPMN* e vrBPMN, **com o propósito** de avaliação **com respeito à** eficiência em termos de tempo gasto para a elaboração do TMPN (produtividade) e quantidade de erros encontrados no TMPN resultante (corretude), **do ponto de vista de** engenheiros de domínio do negócio.

3.3.2 Planejamento do Estudo Empírico

O planejamento do estudo seguiu os passos definidos por Wohlin (2012), os quais são descritos a seguir:

A. Seleção do contexto: Os participantes são acadêmicos de graduação de cursos da área da Computação. O estudo é modelado, pois os participantes elaboraram o TMPN de acordo com processos de negócios fictícios do domínio de locação. Em relação à

generalidade, o estudo pode ser classificado como específico, pois o estudo foi aplicado para um domínio específico, que possui suas particularidades.

B. Formulação de hipóteses: As hipóteses descritas no

C. Quadro 3.2 foram elaboradas em relação à produtividade dos participantes e a corretude dos modelos gerados.

Quadro 3.2 – Hipóteses do estudo empírico.

Hipótese	Descrição
H0	O tempo de modelagem do TMPN utilizando a notação BPMN* é igual ou maior do que utilizando a notação vrBPMN.
H _{a0}	O TMPN utilizando a notação BPMN* é menor do que utilizando a notação vrBPMN.
H1	A quantidade de erros produzidos na modelagem do TMPN utilizando a notação BPMN* é igual ou maior do que utilizando a notação vrBPMN.
H _{a1}	A quantidade de erros produzidos na modelagem do TMPN utilizando a notação BPMN* é menor do que utilizando a notação vrBPMN.
{H: hipótese nula, H_a: hipótese alternativa}	

D. Seleção de variáveis: As variáveis dependentes são o tempo de elaboração do TMPN e a quantidade de erros gerados durante a modelagem utilizando as notações BPMN* e vrBPMN. As variáveis independentes são: i) notações FM, BPMN, BPMN* e vrBPMN; ii) artefatos: modelo de variabilidade da LPN representado por meio da notação do FM, instâncias da LPN representadas na notação BPMN, tabela de correspondência entre o FM e as notações BPMN* e vrBPMN; iii) ambiente de modelagem: não foram utilizadas ferramentas computacionais para apoiar a modelagem; e iv) experiência dos participantes: coletada por meio do formulário de perfil de participante (Apêndice A).

E. Seleção dos participantes: Os participantes do estudo empírico são acadêmicos de graduação dos cursos Engenharia da Computação, Análise de Sistemas, Ciência da Computação e Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas da Facom/UFMS, que estavam cursando as disciplinas de Engenharia de Software e de Análise e Projeto de Software Orientado a Objetos no segundo semestre de 2014. Para melhor distribuição dos grupos, cada participante respondeu o formulário de perfil (Apêndice A) que tem como objetivo caracterizar sua experiência prática com modelagem de processos de negócio e também seu conhecimento sobre o domínio de locação. Esse formulário foi disponibilizado para cada participante duas semanas antes do estudo para que fosse possível obter respostas e planejar o estudo antecipadamente.

F. Projeto do Experimento: O princípio considerado para a organização do estudo é o balanceamento (WOHLIN *et al.*, 2012), pois o estudo está organizado de forma

que ambos os grupos tenham a mesma quantidade de participantes. O balanceamento simplifica e melhora a análise estatística dos dados experimentais (WOHLIN *et al.*, 2012). Dessa forma, os participantes são divididos em dois grupos balanceados quanto ao nível de experiência e composto por quarenta participantes cada. Os grupos, denominados G-BPMN* e G-vrBPMN, utilizaram respectivamente as notações BPMN* e vrBPMN para a elaboração do TMPN.

Segundo Wohlin *et al.* (2012), o tipo de projeto do estudo é o de um fator (notação de modelagem de variabilidade em processos de negócio) com dois tratamentos (notação BPMN* e notação vrBPMN) completamente randomizado. Nesse tipo de projeto, um mesmo fator é utilizado nos dois tratamentos, e os participantes foram distribuídos de acordo com o nível de experiência.

G. Instrumentação²: O treinamento foi realizado em dois dias. No primeiro dia, com os dois grupos no mesmo local, foi apresentada uma explicação sobre os conceitos básicos sobre a notação BPMN e sobre o FM com duração total de três horas. Para melhor assimilação dos conceitos apresentados foram aplicados exercícios e disponibilizadas as resoluções.

No segundo dia de treinamento, os grupos G-BPMN* e G-vrBPMN foram separados em locais distintos, para ser ministrado um treinamento sobre as notações BPMN* e vrBPMN, juntamente com um exercício para a fixação dos termos apresentados. Para o exercício foram disponibilizadas três instâncias de uma LPN do domínio de vendas (Venda de Lanchonete, Venda de Autopeças, Venda de Mercado) e o FM do mesmo domínio. Os participantes elaboraram o TMPN (na notação BPMN* ou vrBPMN, dependendo do grupo) e após o término do exercício a solução foi apresentada.

Para a elaboração do TMPN foram fornecidas as seguintes diretrizes:

- i) Ler os elementos dos três PDOs a fim de identificar as comunalidades e as variabilidades (as variabilidades também estão representadas no FM);
- ii) As comunalidades devem ser representadas no TMPN utilizando a notação BPMN (escolher o nome mais adequado para os elementos comuns de maneira que representem o domínio);
- iii) As variabilidades devem ser representadas no TMPN utilizando a notação BPMN* ou vrBPMN (escolher o nome mais adequado para os elementos variáveis de maneira que representem o domínio); e

² Os artefatos utilizados durante a execução desse estudo empírico estão disponíveis para consulta em <http://goo.gl/g4V2TU>.

iv) Adicionar o identificador da *feature*: $\{feature = F_n\}$.

Para a coleta de dados deste estudo foi fornecido aos participantes um formulário de execução (Apêndice D). Nesse formulário, cada participante deve marcar a hora inicial (H_i) e a hora final (H_f) de elaboração do TMPN, assim como o seu ponto de vista em relação à notação utilizada. O formulário de execução e o TMPN, elaborados por cada participante, devem ser recolhidos no término do estudo para a realização da análise.

No Quadro 4.3 são apresentados os documentos utilizados pelos grupos durante a condução do estudo, indicando o momento do uso de cada um deles.

Quadro 3.3 – Artefatos do estudo empírico.

Documento	Descrição	Utilização
Formulário de Perfil do Participante (Apêndice A).	Identificação, pelos participantes, do nível de conhecimento dos participantes do estudo.	Antes do Treinamento.
Três PDOs do Domínio de Vendas (Apêndice C).	PDOs do domínio de vendas.	Durante o Treinamento.
FM do Domínio de Vendas (Apêndice D).	FM do domínio de vendas, contendo somente as variabilidades.	Durante o Treinamento.
Termo de Consentimento (Apêndice B).	Autorização, pelos participantes, do uso dos dados coletados no estudo.	Antes do Experimento.
Três PDOs do Domínio de Locação (Apêndice C).	PDOs do domínio de locação.	Durante o estudo.
FM do Domínio de Locação (Apêndice D).	FM do domínio de locação, contendo somente as variabilidades.	Durante o estudo.
Tabelas de correspondência (Apêndice G).	Tabela de correspondência entre o FM e a notação respectiva de cada grupo.	Durante o estudo.
Formulário Execução (Apêndice F).	Formulário para registro da hora inicial, hora final e sugestões/críticas à modelagem utilizando as notações BPMN* e vrBPMN. Nesse formulário são oferecidas as diretrizes descritas anteriormente para auxiliar durante a modelagem do TMPN em ambas notações.	Durante o estudo.

Ressalta-se que os artefatos definidos para o estudo empírico foram validados em um estudo piloto com seis acadêmicos de pós-graduação da disciplina de Desenvolvimento de Software da Facom/UFMS. O piloto objetivou simular a utilização dos artefatos que seriam usados durante o treinamento e durante o estudo empírico real. Com a análise do estudo piloto foi possível melhorar os artefatos anteriormente produzidos e a forma de distribuição do tempo do estudo.

H. Ameaças à validade: O tratamento de ameaças à validade assegura que os resultados produzidos são válidos. As ameaças à validade identificadas são elencadas a seguir.

- *Crença nas hipóteses:* para que os resultados não fossem influenciados pelo conhecimento prévio das hipóteses do estudo, as hipóteses não foram reveladas aos participantes;

- *Identidade dos participantes*: para eliminar a possibilidade dos participantes não se sentirem confortáveis em realizar o estudo, foi fornecida uma identificação numérica para que o resultado do estudo não fosse associado diretamente ao participante;

- *Interferência no desempenho*: para eliminar a influência na produtividade pelo tempo gasto na leitura e compreensão dos artefatos utilizados para a elaboração do TMPN (três PDOs e o FM da LPN no domínio de locação), os participantes tiveram um tempo de vinte minutos para entender os artefatos e tirar dúvidas referentes à interpretação antes de iniciar o estudo;

- *Favorecimento no treinamento*: para evitar que o treinamento fornecido sobre uma notação influenciasse no aprendizado dos participantes que iriam utilizar outra notação, os grupos foram isolados em locais distintos. Além disso, o treinamento foi realizado no mesmo dia do estudo para não haver troca de informação;

- *Favorecimento na população*: para evitar que os diferentes níveis de conhecimento em modelagem de negócio dos participantes favorecessem de alguma forma a elaboração do TMPN, os participantes foram divididos em grupos de maneira a equilibrar os níveis de conhecimento de cada grupo;

- *Domínio fornecido para modelagem*: para evitar um possível favorecimento dos participantes devido a experiência prévia com o domínio de locação, no formulário de perfil do participante foram inseridas questões para avaliar o conhecimento em relação ao domínio;

- *Ambiente do estudo versus ambiente real*: para eliminar a possibilidade de que os PDOs não representassem uma situação real foi considerada a descrição de um processo de negócio em um domínio de locação, estudado em trabalhos anteriores (Braga (1999); Ladeira (2008); Landre (2012)) para a construção dos PDOs; e

- *Dificuldade de elaboração do TMPN*: para evitar possíveis dificuldades durante a elaboração do TMPN foram fornecidas diretrizes e uma tabela de correspondência entre as notações BPMN* e vrBPMN com o FM.

- *Área de conhecimento dos participantes*: para evitar a possibilidade de que a área de conhecimento dos participantes interferisse na validade do estudo, foram selecionados acadêmicos do curso de Análise de Sistemas representando as áreas de sistemas de informação e de gestão de negócios. Além disso, os grupos foram separados de forma que cada grupo tivesse a mesma quantidade de participantes de cada curso.

3.3.3 Execução do Experimento

Realizado o treinamento, cada participante recebeu uma tabela contendo os principais elementos de cada notação, de acordo com seu grupo, e a correspondência desses elementos com o FM; bem como diretrizes de apoio a elaboração do TMPN. Também receberam três instâncias de uma LPN do domínio de locação (Processo de Locação de Vídeo, Processo de Empréstimo em Biblioteca e Processo de Locação de Veículos), o FM desse domínio e o formulário de execução.

Apesar de oitenta participantes terem respondido o formulário de perfil de participante, dezessete deles faltaram no dia do estudo ou desistiram de participar, por não ter sido uma atividade obrigatória nas disciplinas supracitadas. Dois participantes foram removidos por não terem informado o horário de término da elaboração do TMPN no formulário de execução; e dois foram removidos, pois o TMPN elaborado estava ilegível. Portanto, durante a análise dos dados foram considerados 59 participantes.

Para o estudo real foram disponibilizados vinte minutos para que os participantes pudessem entender os artefatos entregues e tirar quaisquer dúvidas referentes à interpretação. Em seguida, os participantes executaram os passos descritos no Quadro 3.4, conforme o planejamento descrito na Seção 3.3.2.

Quadro 3.4 – Passos seguidos durante a execução do estudo.

Grupo	Passos seguidos
G-BPMN*	<ol style="list-style-type: none">1. Ler e entender os PDOs e o FM (20 minutos).2. Analisar e tirar dúvidas de interpretação sobre os PDOs entregues e o FM.3. Preencher a hora inicial no formulário de execução.4. Modelar o TMPN na notação BPMN* com base nos artefatos entregues.5. Preencher a hora final no formulário de execução.6. Preencher questões de <i>feedback</i>.
G-vrBPMN	<ol style="list-style-type: none">1. Ler e entender os PDOs e o FM (20 minutos).2. Analisar e tirar dúvidas de interpretação sobre os PDOs e o FM.3. Preencher a hora inicial no formulário de execução.4. Modelar o TMPN na notação vrBPMN com base nos artefatos entregues.5. Preencher a hora final no formulário de execução.6. Preencher questões de <i>feedback</i>.

3.3.4 Apresentação e análise dos resultados

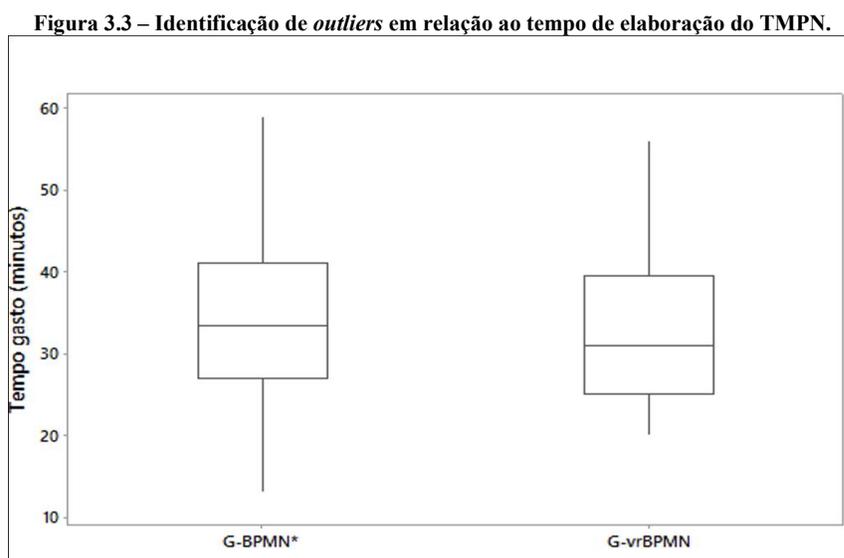
A. Identificação de *outliers*

Primeiramente, foi realizada uma análise de dados do estudo com a finalidade de identificar *outliers*, ou seja, aqueles que apresentam um grande afastamento das demais séries de dados (WOHLIN *et al.* (2012)).

Para auxiliar na identificação dos *outliers*, foram gerados gráficos do tipo *box-plot*. Esse tipo de gráfico permite realizar comparações visuais por meio de cinco números (menor número da série (*MIN*), primeiro quartil (*Q1*), mediana (*MED*), terceiro quartil (*Q3*) e maior número da série (*MAX*)). Um gráfico do tipo *box-plot* é formado por uma caixa, de *Q1* à *Q3*, construída paralelamente ao eixo da escala de dados (horizontal ou vertical), sendo que no interior dessa caixa pode-se traçar linhas representando a média e a mediana. Neste trabalho foi traçada apenas a mediana, pois indica exatamente o valor central de uma amostra de dados.

A determinação de *outliers* baseia-se na amplitude interquartil (*AIQ*), definida como a distância entre o primeiro (*Q1*) e o terceiro (*Q3*) quartil de acordo com a fórmula $AIQ = Q3 - Q1$. Assim sendo, qualquer valor abaixo de *Q1* e acima de *Q3*, por mais de $1,5 * AIQ$, são considerados *outliers* no *box-plot* e serão representados pelo símbolo asterisco (*).

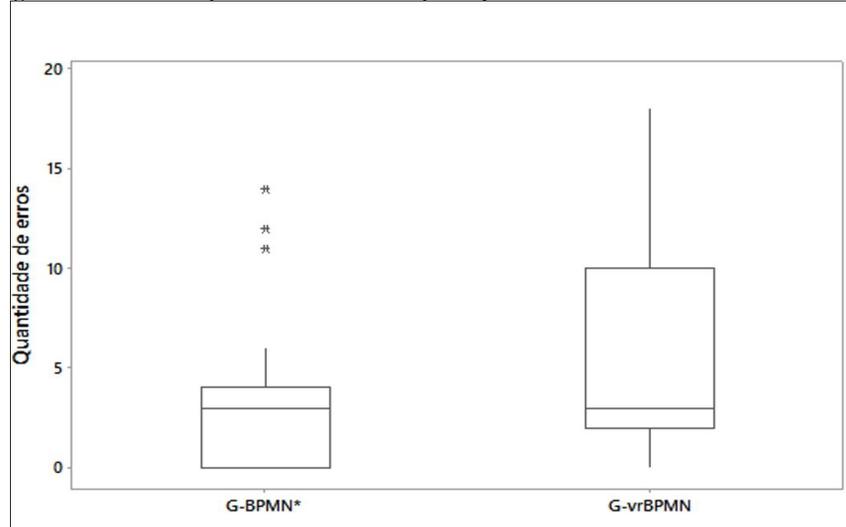
Com base nos dados do formulário de execução, o tempo gasto por cada participante foi calculado obedecendo a fórmula $T_t = H_f - H_i$. Esse tempo foi utilizado para elaborar um *box-plot* (Figura 3.3), em que foi constatada a inexistência de *outliers* em relação ao tempo.



Na Figura 3.4 é ilustrado o *box-plot* construído levando em consideração a quantidade de erros encontrados nos TMPNs elaborados. Assim, observa-se que no grupo G-BPMN* três participantes cometeram mais erros do que o limite definido pelo gráfico,

portanto eles são classificados como *outliers* e estão representados pelo símbolo asterisco. Logo, os participantes que cometeram 11, 12 e 14 erros no grupo G-BPMN* foram removidos da amostra.

Figura 3.4 – Identificação de *outliers* em relação à quantidade de erros no TMPN elaborado.



Com a remoção dos *outliers*, o grupo G-BPMN* ficou com 31 participantes e o grupo G-vrBPMN ficou com 25 participantes, totalizando 56 participantes.

B. Análise dos dados quanto à corretude do TMPN

Todos os TMPNs elaborados pelos participantes foram analisados com o intuito de identificar os erros cometidos. Com base na análise dos TMPNs elaborados durante o estudo piloto, os possíveis erros foram identificados e classificados em seis categorias, conforme apresentados no Quadro 3.5.

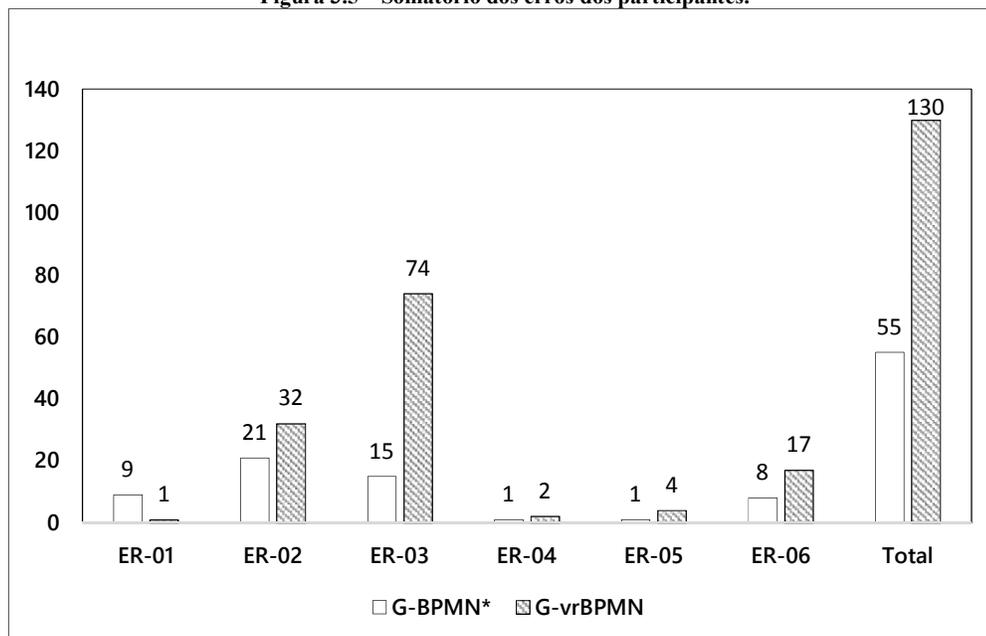
Quadro 3.5 – Erros identificados durante a correção dos TMPNs elaborados pelos participantes.

Erro	Descrição
ER-01	Ponto de variação sem variantes, nesse caso, geralmente as variantes estão modeladas dentro do sub-processo e não associadas ao ponto de variação.
ER-02	Erro na utilização das <i>tags</i> na representação da variabilidade.
ER-03	Elemento ausente.
ER-04	Erros cometidos na associação de variabilidade (ex: esquecer ou trocar o estereótipo da associação, seta invertida, etc).
ER-05	Elemento representado por um tipo diferente (ex: Objeto de dados representado em uma atividade).
ER-06	Comunalidades modeladas como variabilidades.

A Figura 3.5 apresenta o somatório da quantidade de erros encontrados por categoria e por grupo de participantes. Observa-se que os participantes do grupo G-BPMN*

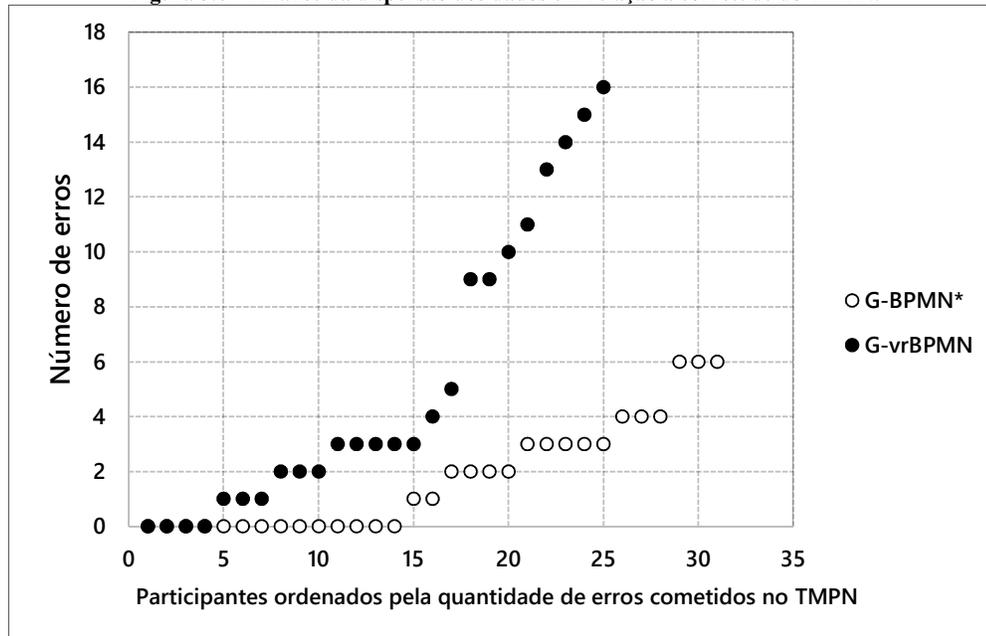
cometeram menos erros na maioria das categorias, exceto na categoria “ER-01”. Nessa categoria de erro, as variantes estão modeladas dentro do sub-processo e não estão associadas ao ponto de variação. A categoria que os participantes do G-vrBPMN mais erraram foi a “ER-03”, pois os participantes deixaram de modelar alguns elementos. Entretanto, a categoria mais relevante de se analisar é a “ER-02”, pois nessa categoria foram agrupados os erros quanto a utilização das notações. Assim, observa-se um aumento da quantidade de erros de 152,4% do G-vrBPMN em relação ao G-BPMN*.

Figura 3.5 – Somatório dos erros dos participantes.



No gráfico ilustrado na Figura 3.6, os participantes foram ordenados em relação à quantidade de erros encontrados no TMPN. Observando o gráfico é possível visualizar que os participantes do grupo G-BPMN* cometeram menos erros que os do grupo G-vrBPMN. Analisando o gráfico tem-se que dos dezoito (32,14%) participantes que não cometeram erros, 77,78% deles pertencem ao grupo G-BPMN*. Em relação ao maior número de erros cometidos, o participante do grupo G-BPMN* que mais errou cometeu 10 erros a menos que o participante do grupo G-vrBPMN que mais errou. Assim, analisando os dois participantes que cometeram mais erros de cada grupo, observa-se um aumento de 166,67% do grupo G-vrBPMN em relação ao G-BPMN*.

Figura 3.6 – Análise da dispersão dos dados em relação à corretude do TMPN.



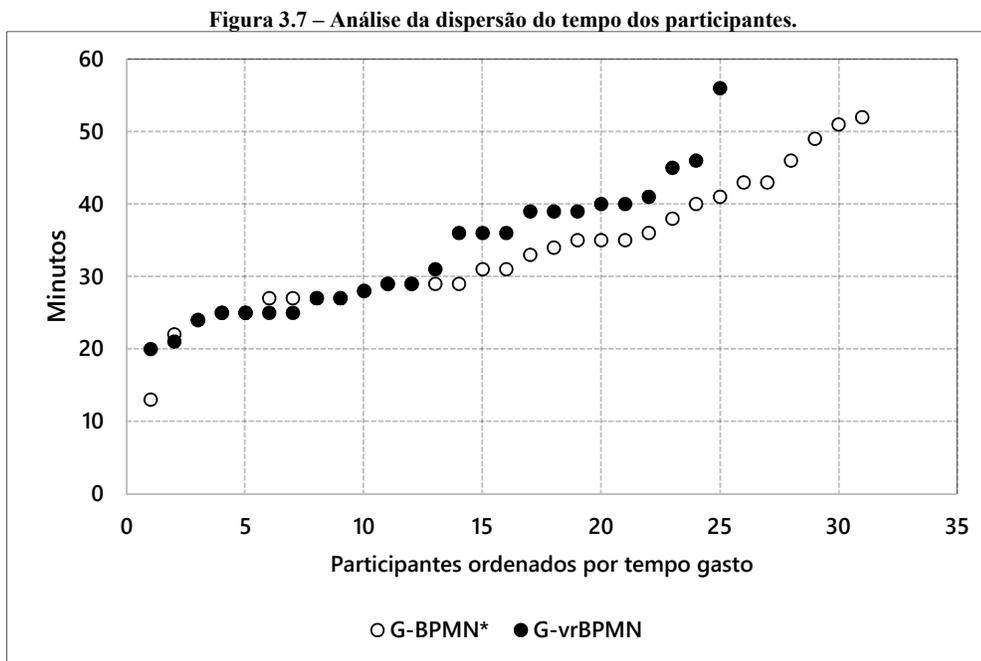
A partir do gráfico apresentado na Figura 3.6, tem-se que a média da quantidade de erros cometidos pelos participantes dos grupos G-BPMN* e G-vrBPMN é de 1,77 e 5,2 erros, respectivamente. Com isso, observa-se um aumento médio dos erros de 193,78% do grupo G-vrBPMN em relação ao grupo G-BPMN*.

C. Análise dos dados quanto ao tempo de elaboração

Na Figura 3.7 é ilustrado um gráfico de dispersão do tempo gasto pelos participantes, ordenados do menor tempo para o maior tempo. A partir desse gráfico observa-se que o tempo despendido para elaborar o TMPN com a notação BPMN* tende a ser similar ao tempo despendido para elaborar o TMPN com a notação vrBPMN.

Adicionalmente, observa-se que, em média, os participantes do grupo G-BPMN* levaram 33,35 minutos para elaborar o TMPN, sendo que o participante que demorou menos tempo levou 13 minutos e o que demorou mais tempo levou 52 minutos na elaboração. Já no grupo G-vrBPMN, os participantes levaram 33,16 minutos para elaborar o TMPN sendo que, em média, nesse grupo o participante que demorou menos levou 20 minutos, e o que demorou mais levou 56 minutos. Com esses dados pode-se constatar que utilizando as duas notações para a modelagem do TMPN o tempo de elaboração é aproximadamente o mesmo, apesar do grupo G-vrBPMN em média ser 0,57% mais rápido que o grupo G-BPMN*. Porém, nota-se

um aumento de tempo de 53,8% do G-vrBPMN em relação ao G-BPMN* quanto ao participante que demorou menos tempo para elaborar o TMPN.



Os participantes que demoraram mais e menos tempo de cada grupo foram analisados separadamente. No perfil de participante observou-se que o participante do grupo G-BPMN* que demorou menos tempo possui pouco conhecimento em LPS e já havia estudado o termo em aula, enquanto que o participante que demorou mais tempo não conhecia o termo. Já no grupo G-vrBPMN, os participantes analisados possuem perfil similar, porém o TMPN do participante que demorou mais tempo estava mais completo em relação à quantidade de elementos quando comparado ao participante que demorou menos tempo, o que acarretou na diminuição do tempo. A partir do Quadro 3.6 é possível perceber que os participantes que demoraram mais tempo cometeram em média 1,5 erros enquanto que os que demoraram menos tempo cometeram em média 7,5 erros.

Quadro 3.6 – Análise dos maiores e menores tempos versus total de erros.

Grupos	Menor Tempo	Erros	Maior Tempo	Erros
G-BPMN*	13'	6	52'	3
G-vrBPMN	20'	9	56'	0

3.3.5 Análise das hipóteses

A hipótese H_0 foi aceita, uma vez que o tempo de modelagem dos participantes do grupo G-BPMN* foi, em média, 0,57% mais lento que o grupo G-vrBPMN. Assim a hipótese H_{a0} foi rejeitada, já que o tempo de modelagem do TMPN utilizando a notação BPMN* foi maior do que utilizando a notação vrBPMN. Devido a pouca diferença de tempo gasto entre ambas as notações, salienta-se que outros estudos devem ser realizados para melhor analisar essa hipótese.

A hipótese H_1 foi refutada, já que a quantidade de erros produzidos na modelagem do TMPN utilizando a notação BPMN* foi menor (em média, 193,78%) do que utilizando a notação vrBPMN. Portanto, a hipótese aceita foi a hipótese H_{a1} que afirma que a quantidade de erros quando se utiliza a notação BPMN* foi menor do que quando se utiliza a notação vrBPMN.

3.3.6 Ponto de Vista dos Participantes

O ponto de vista dos participantes foi coletado por meio do formulário de execução (Apêndice F). O formulário de todos os participantes do estudo empírico foi analisado, inclusive os formulários dos *outliers*. Portanto, foram analisados 63 formulários de execução.

No Quadro 3.7 é apresentada a classificação da dificuldade no entendimento dos PDOs e também na elaboração dos TMPNs. A partir desses dados é possível observar que a maioria dos participantes classificaram o entendimento dos PDOs (em notação BPMN) como razoável (39,7%) e nenhum participante classificou como muito difícil o entendimento. Já em relação à elaboração do TMPN em BPMN*, a maioria dos participantes classificou como de fácil elaboração (50%), em contrapartida, a maioria dos participantes que elaborou o TMPN em vrBPMN classificou a elaboração como razoável (60%) e um participante classificou a elaboração como muito difícil (4%), o que não ocorreu no grupo G-BPMN*.

Quadro 3.7 – Respostas dos participantes.

	PDOs	TMPN – BPMN*	TMPN - vrBPMN
Muito fácil	9	1	1
Fácil	22	19	5
Razoável	25	14	15
Difícil	7	4	3
Muito difícil	-	-	1

A partir do formulário de execução também foi possível elencar as dificuldades dos participantes durante a elaboração do TMPN. Em geral, os participantes de ambos os grupos afirmaram ter dificuldades: i) na elaboração dos sub-processos como variantes; ii) em entender os conceitos necessários para a modelagem no tempo disponibilizado; iii) na elaboração do TMPN sem o auxílio de ferramenta; e iv) na identificação dos elementos variantes. No caso específico do G-vrBPMN, os participantes relataram também sobre as dificuldades na definição dos estereótipos.

Além disso, ainda com base no formulário de execução, os participantes puderam fazer sugestões sobre as notações. Assim, observou-se que tanto os participantes do G-BPMN* quando os participantes do G-vrBPMN sugeriram: i) a construção de uma ferramenta para auxiliar a elaboração do TMPN em ambas as notações; ii) mais exemplos para serem utilizados durante a elaboração do TMPN; e iii) rever a utilização de estereótipos (pois torna o modelo poluído e subutilizado). Os participantes do G-vrBPMN sugeriram o aprimoramento dos estereótipos e da representação das *features* que não possuem filhos.

3.4 Análise comparativa

Nesta seção é apresentada uma análise qualitativa das notações C-EPC (ROSEMANN e DER AALST, 2007), C-YAWL (LA ROSA *et al.*, 2008) e vrBPMN (SCHNIEDERS e PUHLMANN, 2006; GIMENES *et al.*, 2008), buscando compará-las com a notação BPMN* (TERENCIANI, *et al.*, 2015).

No Quadro 3.8 é apresentado um sumário da análise realizada. Os critérios foram obtidos a partir das informações disponíveis sobre as notações analisadas. Assim, observa-se que as notações, em sua maioria, são apoiadas por ferramentas, exceto a vrBPMN. Além disso, a identificação de pontos de variação nos modelos elaborados nas notações BPMN*, C-EPC e vrBPMN é simples, porém nessas notações o TMPN resultante tende a ficar extenso conforme o domínio aumenta. Já a notação C-YAWL não fornece qualquer marcador especial para distinguir comunalidades de variabilidades, mas os TMPNs gerados são menores e mais fáceis de entender quando o modelo é extenso.

As notações C-EPC e C-YAWL não possuem um modelo específico para a representação das variabilidades e, conseqüentemente, não utilizam o modelo de *features* como base para a identificação das variabilidades durante a elaboração do TMPN. Entretanto, infere-se que a curva de aprendizado dessas notações e da notação vrBPMN seja alta devido a

sua complexidade e a necessidade de se aprender uma nova notação. Como a notação BPMN* é baseada nas principais notações comumente utilizadas na literatura para representação do modelo de variabilidades e para a representação de modelos de processos de negócio (ou seja, FM e BPMN respectivamente), sugere-se que a curva de aprendizado é baixa quando o engenheiro do domínio já conhece as notações FM e BPMN.

Quadro 3.8 – Análise das notações BPMN*, C-EPC, C-YAWL e vrBPMN.

Critério	BPMN*	C-EPC	C-YAWL	vrBPMN
Apoiada por ferramenta	sim	sim	sim	não
Baseada em BPMN	sim	não	não	sim
Curva de aprendizado	baixa	alta	alta	alta
Facilita a identificação de pontos de variação	sim	sim	não	sim
Modelos extensos	sim	sim	não	sim
Possibilita rastreabilidade com o modelo de variabilidades	sim	não	não	sim

Assim, diante da comparação realizada observa-se que apesar de fornecer modelos extensos conforme o domínio aumenta, a notação BPMN* possui uma baixa curva de aprendizado quando já se conhece o modelo de *features* e a notação BPMN* e possibilita a rastreabilidade entre o modelo de variabilidades e o TMPN, além de ser baseada em BPMN e apoiada por uma ferramenta.

3.5 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada a notação BPMN*, que é uma extensão da notação BPMN para a representação explícita de variabilidades em modelos de processos de negócio, útil para apoiar a modelagem de LPN.

Também foi apresentado o estudo empírico conduzido cujo intuito foi comparar duas notações para a modelagem de variabilidades em processos de negócio, uma delas proposta por este trabalho. O estudo foi estruturado de acordo com a metodologia proposta por Wohlin *et al.* (2012), portanto, é possível replicar os procedimentos aqui realizados.

Por meio dos dados levantados neste capítulo observou-se que a notação BPMN* é mais indicada para a representação de variabilidades em processos de negócio quando comparada com a notação vrBPMN, pois a quantidade de erros no TMPN quando utiliza-se a notação BPMN* é consideravelmente menor do que quando utiliza-se a notação vrBPMN, e o tempo de modelagem é praticamente o mesmo.

CAPÍTULO 4 - BPL-Framework: Apoio Computacional para Criação e Documentação de LPNs

4.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo é exposto o BPL-Framework (TERENCIANI *et al.*, 2015b), uma ferramenta computacional construída no formato de *plug-in*, projetada para integrar ferramentas existentes e adaptadas visando dar apoio à elaboração de artefatos de uma LPN em um único ambiente de trabalho, facilitando assim a construção e a documentação de uma linha.

Neste capítulo também é apresentada uma avaliação do BPL-Framework realizada por profissionais da área de Engenharia de Software com diferentes níveis de conhecimento em LPN, buscando analisar a instalação, uso e desinstalação da ferramenta com o apoio da norma ISO/IEC 25000, especificamente a norma ISO/IEC 25040 (ISO, 2011), que define o processo de avaliação, e a norma ISO/IEC 25010 (ISO, 2011b), nos quais os atributos de qualidade de um produto de software são definidos.

Na Seção 4.2 é apresentada uma visão geral do *plug-in* BPL-Framework e são descritos os aspectos técnicos de seu desenvolvimento. Na Seção 4.3 é apresentada a avaliação do BPL-Framework realizada por profissionais da área de Engenharia de Software. Por fim, na Seção 4.4 estão apresentadas as considerações finais do capítulo, evidenciando o apoio computacional do BPL-Framework à abordagem GLPN.

4.2 Desenvolvimento

O BPL-Framework (TERENCIANI *et al.*, 2015b) é um *plug-in* de código fonte aberto baseado no Eclipse (versão Kepler) (ECLIPSE, 2015) que fornece um ambiente computacional de apoio à construção de LPNs e corresponde ao processo EDN da abordagem GLPN, com base na abordagem extrativa (Krueger, 2001). Dessa maneira, apoia a documentação da LPN, pois facilita a elaboração dos seguintes artefatos por meio de uma única ferramenta computacional: i) PDOs na notação BPMN, ii) modelo de variabilidade em FM, e iii) TMPN na notação BPMN*. Essas notações foram selecionadas a partir de um levantamento bibliográfico realizado por Terenciani (2014), cujo intuito foi selecionar as

notações mais adequadas para representar os principais artefatos de LPN, conforme discutido na Seção 1.2.

Além disso, foi realizada uma pesquisa sobre *plug-ins open source* baseados no Eclipse que oferecessem suporte às notações supracitadas e que pudessem ser integrados e, assim, utilizados no desenvolvimento do BPL-Framework. Observou-se que dentre as ferramentas analisadas, o BPMN2 Modeler (BPMN2 MODELER, 2015) e o FeatureIDE (THÜM *et al.*, 2014) são os *plug-ins* mais adequados para o suporte à elaboração dos PDOs e do FM.

O BPMN2 Modeler é uma ferramenta de modelagem gráfica que permite a criação e edição de diagramas BPMN (BPMN2 MODELER, 2015) e foi o *plug-in* que apresentou melhor cobertura dos elementos BPMN. O FeatureIDE é uma ferramenta que oferece suporte a todas as fases do desenvolvimento de software orientado a características (THÜM *et al.*, 2014) e provê um editor gráfico para a construção de FM. Além disso, ambos os *plug-ins* não estão descontinuados e possuem bom suporte técnico por meio de fóruns.

Como a notação BPMN* não possuía ferramenta computacional de apoio, o *plug-in* BPMN2 Modeler foi estendido neste trabalho para atender às especificações dessa notação. Na subseção a seguir são apresentados a arquitetura e os aspectos de implementação do BPL-Framework.

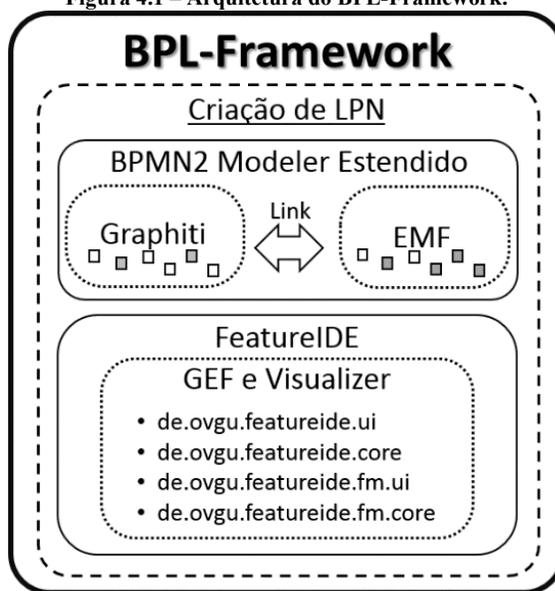
4.2.1 Arquitetura e Aspectos de Implementação

A arquitetura do BPL-Framework é baseada na arquitetura de *plug-ins* do Eclipse (ECLIPSE, 2015). O Eclipse é uma plataforma de desenvolvimento de código aberto e possibilita que os desenvolvedores projetem *plug-ins* que possam focar em sua área de especialidade. Sua estrutura é baseada nos conceitos de pontos de extensão. Os pontos de extensão são lugares específicos do Eclipse onde outras ferramentas (chamadas *plug-ins*) podem adicionar funcionalidades ao ambiente de desenvolvimento.

Cada módulo do Eclipse é estruturado como um conjunto de *plug-ins*, que implementa alguma função e define pontos de extensão, os quais permitem a extensão das funcionalidades existentes. *Plug-ins* podem definir seus próprios pontos de extensão ou simplesmente adicionar extensões aos pontos de extensão de outros *plug-ins*.

A Figura 4.1 exhibe a arquitetura do *plug-in* BPL-Framework, composto pelo *plug-in* BPMN2 Modeler, estendido neste trabalho, e pelo *plug-in* FeatureIDE.

Figura 4.1 – Arquitetura do BPL-Framework.



O *plug-in* BPMN2 Modeler foi desenvolvido a partir do *plug-in* Graphiti (GRAPHITI, 2015) juntamente com o metamodelo gerado por meio do *Eclipse Modeling Framework* (EMF, 2015), desenvolvido no projeto *Eclipse Model Development Tools* (MDT) (MDT, 2015). Esse metamodelo é compatível com as especificações da notação BPMN 2.0 (BPMN2 MODELER, 2015).

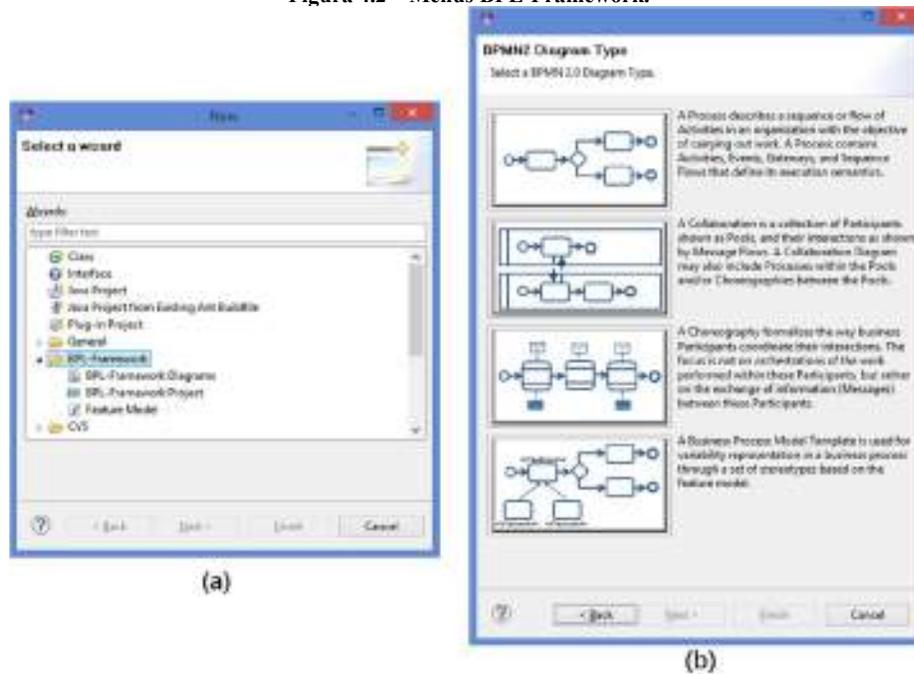
Salienta-se que no início do desenvolvimento do BPL-Framework, estabeleceu-se que a extensão do BPMN2 Modeler fosse realizada de forma desacoplada para facilitar a manutenção e atualização dos *plug-ins* que compõem o arcabouço computacional, porém foi necessário criar um novo diagrama para a representação do TMPN, pois os atributos de configuração de variabilidade não podem estar disponíveis nos diagramas de processos de negócio. Sendo assim, para acelerar o processo de desenvolvimento optou-se pela alteração e reutilização de código do BPMN2 Modeler.

Na extensão do BPMN2 Modeler, para que atendesse a notação BPMN*, cinco novos atributos (*IsVarpoint*, *IsVariant*, *VarPointType*, *FeatureId* e *FeatureType*, descritos no final desta seção) foram adicionados nas classes do *ecore* do EMF para que as configurações de variabilidade dos elementos fossem realizadas. Também foram criadas cinco novas classes, três novos métodos em classes existentes e 40 métodos em novas classes; além de 25 classes e 39 métodos adaptados (representados na Figura 4.1 pelos quadrados preenchidos e apresentados no Apêndice J). Entretanto, apesar das alterações realizadas no BPMN2 Modeler e detalhadas no Apêndice F, todas as funcionalidades presentes anteriormente no *plug-in* continuam disponíveis no BPL-Framework.

Para o controle de versão do código fonte do BPL-Framework foi utilizada a ferramenta Git (GIT, 2015). Essa ferramenta foi projetada para facilitar a execução de projetos em equipe, permitindo que dois ou mais desenvolvedores trabalhem juntos. Mas também permite o desenvolvimento individual, pois possibilita realizar o controle de versões do projeto (GIT, 2015).

A Figura 4.2 (a) apresenta o menu do Eclipse estendido para disponibilizar os artefatos que compõem a documentação de LPNs na categoria BPL-Framework, criada neste trabalho, ou seja, *BPL-Framework Diagrams*, *BPL-Framework Project* e *Feature Model*. Isso foi feito por meio da criação de uma nova categoria no ponto de extensão *org.eclipse.ui.newWizards* do *plug-in* BPL-Framework, que é responsável pela criação de menus.

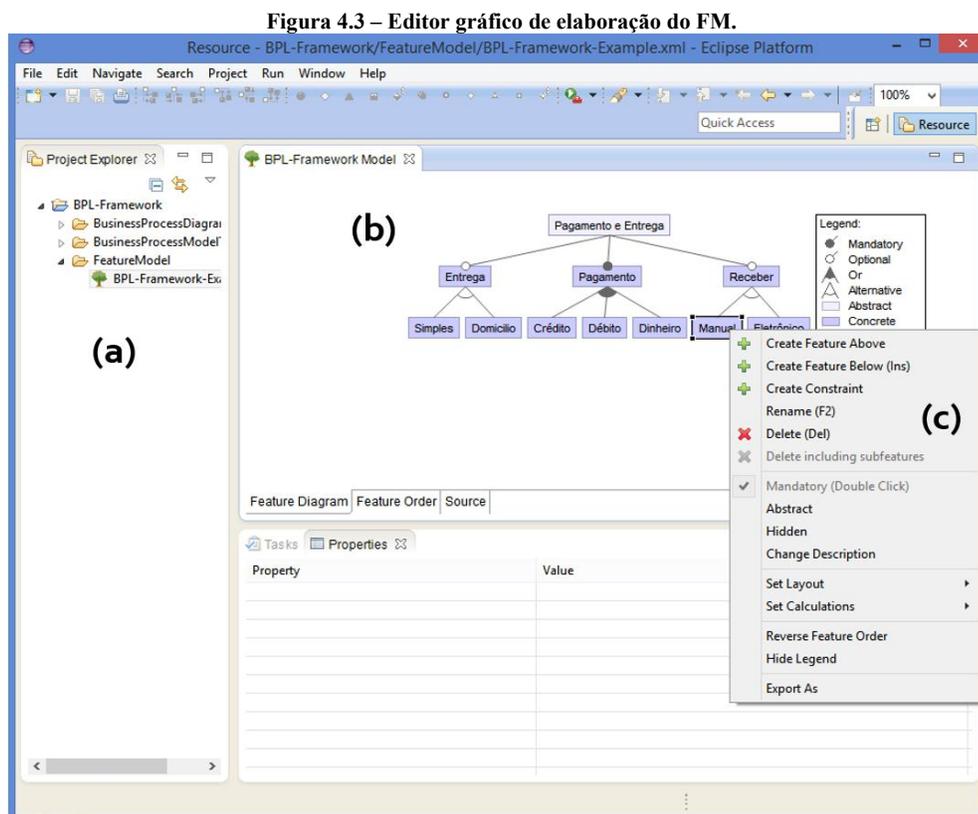
Figura 4.2 – Menus BPL-Framework.



Nas configurações da opção *BPL-Framework Diagrams* foi definida a classe *BPMN2DiagramWizard.class* do pacote *org.eclipse.bpmn2.modeler.ui*. Essa classe é responsável pela seleção do tipo de diagrama que o usuário deseja criar e foi alterada para disponibilizar também o TMPN. A Figura 4.2 (b) ilustra o comportamento dessa classe e apresenta todos os diagramas que podem ser criados com o apoio das notações BPMN (Diagramas de Processo, Colaboração e Coreografia) e BPMN* (ou seja, TMPN).

Para a configuração da opção *BPL-Framework Project* foi definida a classe *NewBPLProject.class*, que está localizada no pacote *org.eclipse.bpmn2.modeler.ui*. Essa classe é responsável por criar um projeto *BPL-Framework* e as pastas específicas para cada artefato a ser elaborado, conforme mostrado na Figura 4.2 (a).

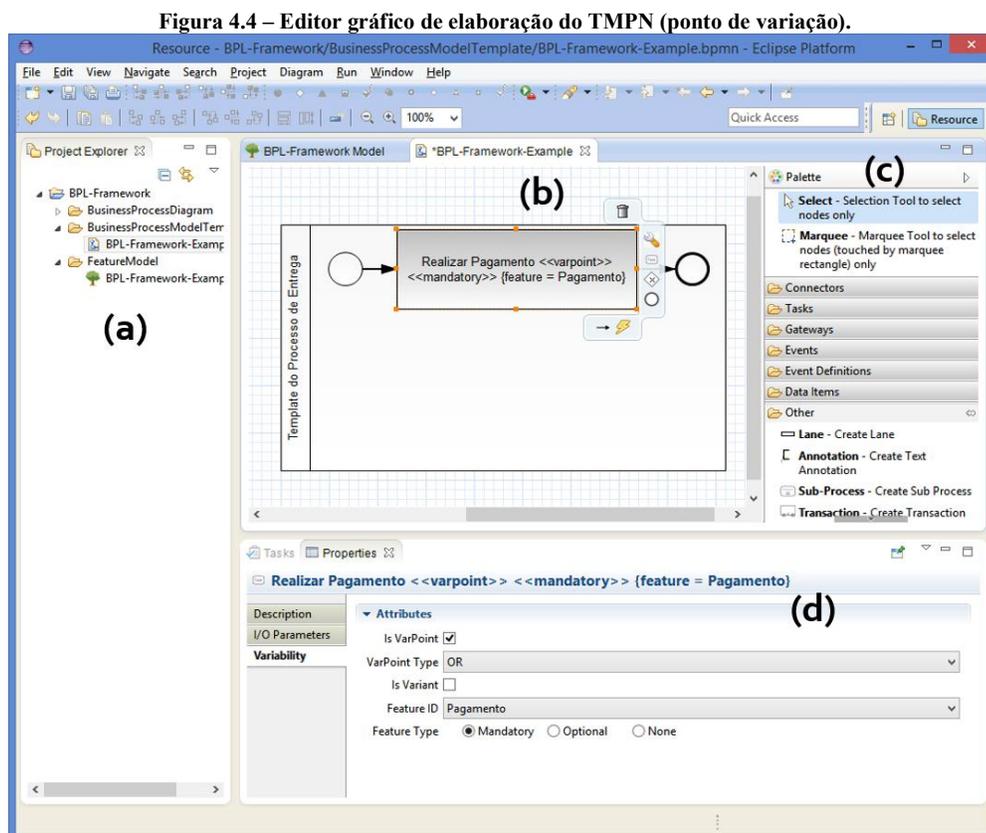
Para a elaboração do FM apenas alguns pacotes do FeatureIDE (indicados na Figura 4.1) foram adicionados às dependências do BPL-Framework, pois representam as funcionalidades essenciais para o funcionamento do editor gráfico para a elaboração do FM. Esses pacotes são desenvolvidos por meio dos *plug-ins Graphical Editing Framework* (GEF) (GEF, 2015) e *Visualiser* (VISUALISER, 2015) e são desenvolvidos pela Universidade de Magdeburg, Alemanha. Na categoria *BPL-Framework* foi adicionada uma opção para a criação do FM. Para isso, nas configurações da opção adicionada, foi definida a classe *NewFeatureModelWizard.class* do pacote *de.ovgu.featureide.fm.ui* que é responsável pelas configurações iniciais da criação do FM.



A Figura 4.3 ilustra o editor gráfico utilizado para a elaboração do FM. As *features* são representadas graficamente por retângulos azuis, e para uma melhor legibilidade do modelo a interface gráfica também possui uma legenda. A inserção de *features* é feita

usando a tecla *insert* do teclado ou clicando com o botão direito e selecionando as opções “*Create Feature Above*” ou “*Create Feature Below*”. Essas opções criam, respectivamente, as *features* acima ou abaixo do elemento selecionado.

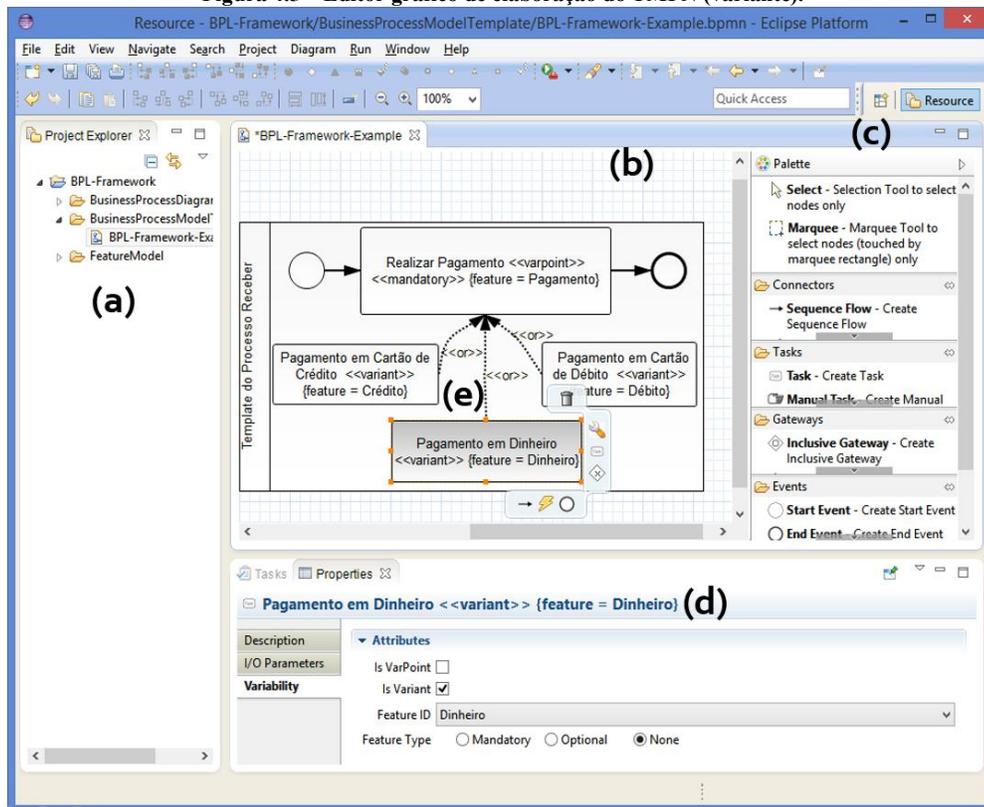
A Figura 4.4 apresenta o editor gráfico utilizado para a elaboração do TMPN. A Figura 4.4 (c) ilustra a *palette* com os elementos do BPMN e a Figura 4.4 (d) mostra as propriedades do elemento selecionado (no caso, a tarefa “Realizar Pagamento” que é um ponto de variação). Visualmente, os atributos necessários para realizar as configurações de variabilidade de acordo com a notação BPMN* foram adicionados na aba *Variability*, que está localizada nas propriedades de cada elemento (Figura 4.4 (d)). Essa aba é visível somente no TMPN. Todas as alterações feitas nas propriedades dos elementos são refletidas tanto na interface gráfica quanto no XML correspondente ao TMPN, o qual contém a persistência de todos os elementos do modelo. Os estereótipos são adicionados dinamicamente nos *labels* dos elementos configurados para uma melhor visualização das informações (Figura 4.4 (b)).



A Figura 4.5 ilustra a criação de uma variante. A principal diferença entre a criação de um ponto de variação e uma variante está na interface da aba “*Variability*” (Figura

4.5 (d)). Comparando essa aba na Figura 4.4 (d) com a mesma aba na Figura 4.5 (d), observa-se que o atributo “*VarPointType*” não está visível na aba da Figura 4.5, diferentemente da interface gráfica da mesma aba para a criação de um ponto de variação (Figura 4.4). Isso acontece porque um ponto de variação possui atributos a mais do que uma variante, portando durante o desenvolvimento foi projetado para que o atributo “*VarPointType*” não estivesse visível em variantes.

Figura 4.5 – Editor gráfico de elaboração do TMPN (variante).



A seguir são apresentados os atributos adicionados aos elementos do BPMN2 Modeler onde a variabilidade ocorre. Também foi criado um elemento gráfico (seta tracejada com a ponta preenchida) para a representação da Associação de Variabilidade (Figura 4.5 (e)).

- *IsVarpoint* - Atributo do tipo booleano adicionado para a representação de pontos de variação. Na aba *Variability* (Figura 4.4 (d)) ele é visualizado na forma de *checkbox*, onde é possível marcá-lo e desmarcá-lo indicando se o elemento é um ponto de variação ou não. Ao selecionar essa opção, é adicionado automaticamente o estereótipo <<varpoint>> na *label* do elemento (Figura 4.4 (b));

- *IsVariant* - Atributo do tipo booleano foi adicionado para a representação de variantes. Na aba *Variability* (Figura 4.4 (d)) é visualizado na forma de *checkbox*, onde é

possível marcá-lo e desmarcá-lo indicando se o elemento é uma variante ou não. Ao selecionar essa opção, é adicionado automaticamente o estereótipo <<variant>> no *label* do elemento (Figura 4.4 (b));

- *VarPointType* - Atributo do tipo *string* adicionado para a representação dos tipos de ponto de variação, podendo assumir os valores *AND*, *XOR* e *OR*. Os tipos de ponto de variação foram definidos de acordo com o FeatureIDE, onde o relacionamento das *features* pais com as filhas assumem esses valores. Na aba *Variability* (Figura 4.4 (d)) ele é visualizado na forma de *combobox*, onde é possível selecionar o tipo do ponto de variação. Esse atributo é visível somente quando o elemento é um ponto de variação. Na Figura 4.4 (d), como o elemento selecionado é uma variante, pode-se observar que o *combobox* não está visível. Ao conectar uma variante com o seu respectivo ponto de variação o estereótipo é adicionado automaticamente ao *label* da associação de variabilidade de acordo com o *VarPointType* do elemento;

- *FeatureId* - Atributo do tipo *string* adicionado para possibilitar a rastreabilidade entre o FM e TMPN. Na interface gráfica ele é visualizado por um *combobox* (Figura 4.4 (d) e Figura 4.5 (d)) que busca as *features* contidas no FM em tempo de execução e apresenta para o usuário da ferramenta, que seleciona a *feature* correspondente ao elemento; e

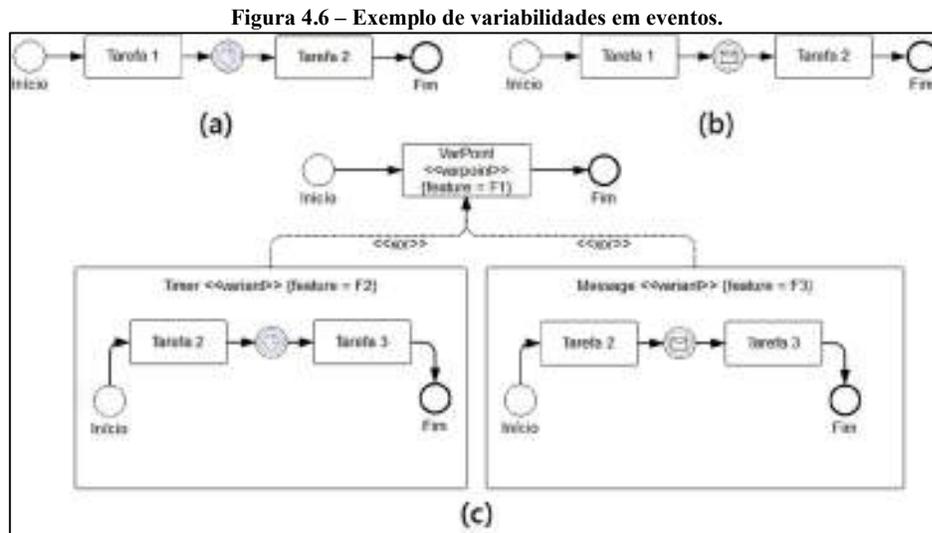
- *FeatureType* - Atributo do tipo *string* adicionado para representação de elementos opcionais e mandatórios, podendo assumir três valores *optional*, *mandatory* e *none*, de acordo com as configurações de *features* utilizadas pelo FeatureIDE. Na interface gráfica (Figura 4.4 (d) e Figura 4.5 (d)) ele é visualizado na forma de *radiogroup* para que seja selecionado o tipo do elemento (por default, *none*).

Após o término do desenvolvimento do BPL-Framework seu instalador foi gerado por meio do Maven (MAVEN, 2015). O Maven é um *plug-in* para eclipse que gerencia as dependências de um projeto bem como as atividades relacionadas à construção do projeto. O instalador gerado pelo Maven foi disponibilizado com o apoio do Bintray (BINTRAY, 2015), que é uma forma de disponibilização e publicação de softwares *open source* com uma comunidade interativa de compartilhamento de informação.

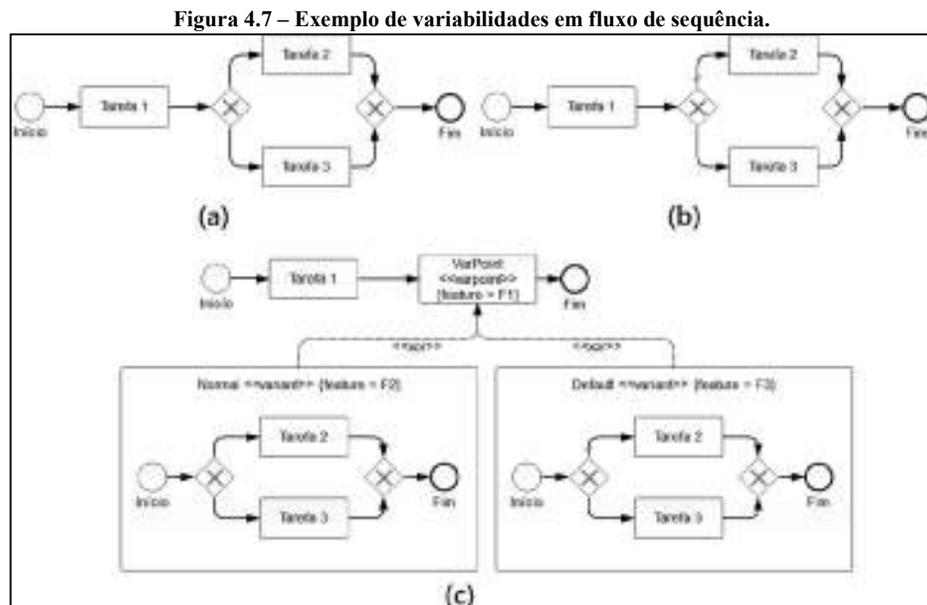
No momento, o BPL-Framework apoia a modelagem de variabilidades em objetos de dados, sub-processos, atividades, eventos e fluxo de sequência; sendo que essas variabilidades também podem ocorrer em *pools*.

Para representar variabilidades em eventos e fluxos de sequência no BPL-Framework, é necessário representar cada variante dos elementos dentro de um sub-processo, conforme exemplos fictícios ilustrados na Figura 4.6 e na Figura 4.7.

Na Figura 4.6, partes (a) e (b), são exemplificados dois processos em que a variabilidade é o tipo de evento (*timer* e *message*). Essa variabilidade é modelada no TMPN dentro de sub-processos, conforme ilustrado na Figura 4.6 (c).



De maneira similar, a Figura 4.7 (partes (a) e (b)) ilustra variabilidade no tipo de fluxo de sequência (normal e *default*). Essa variabilidade é modelada no TMPN dentro de sub-processos, conforme apresentado na Figura 4.6 (c).



4.3 Avaliação

A condução da avaliação do BPL-Framework foi realizada no primeiro semestre de 2015 e baseada nas atividades do processo de avaliação de qualidade de produto de software estabelecido pela norma ISO/IEC 25040:2011 (ISO, 2011), conforme descrito nas subseções a seguir.

4.3.1 Estabelecer Requisitos de Avaliação e Especificar Avaliação

Os requisitos e a especificação da avaliação foram definidos de acordo com o paradigma *Goal-Question-Metric* (GQM) (BASILI *et al.*, 1994), conforme apresentado no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 – Aplicação do GQM.

Objetivo	Questões/Requisitos de avaliação	Métricas
Avaliar as funcionalidades do BPL-Framework a partir da construção de uma LPN no domínio de locação por meio da elaboração dos principais artefatos que compõem a documentação de LPN, com base nas subcaracterísticas adequação funcional (acurácia), operabilidade (facilidade de aprendizado, facilidade de uso e atratividade) e transferibilidade (portabilidade, adaptabilidade e instabilidade) da norma ISO/IEC 25010 (ISO, 2011b), do ponto de vista de engenheiros do domínio de negócio.	O BPL-Framework fornece os resultados corretos ou especificados com o grau de precisão necessário? (Acurácia)	Métrica 1
	O BPL-Framework é atrativo ao usuário? (Atratividade)	
	O BPL-Framework é fácil de operar e controlar? (Facilidade de Uso)	
	O BPL-Framework permite que o usuário aprenda sua aplicação? (Facilidade de Aprendizado)	
	O BPL-Framework pode ser transferido de um hardware ou ambiente de software para outro? (Portabilidade)	Métrica 2
	O BPL-Framework é adaptável a diferentes ambientes sem a necessidade de aplicar ações que não estão previstas em seu objetivo? (Adaptabilidade)	
	O BPL-Framework pode ser suficientemente instalado e desinstalado em um ambiente específico? (Instabilidade)	Métrica 3

Para ajudar a responder as questões definidas com o apoio do GQM, relacionadas a sete requisitos de avaliação (acurácia, facilidade de aprendizado, facilidade de uso, atratividade, portabilidade, adaptabilidade e instabilidade), foram definidas três métricas. Essas métricas estão citadas no Quadro 4.1 e descritas a seguir.

As respostas da Métrica 1 são baseadas em uma escala psicométrica, estabelecida levando em consideração os seguintes graus de satisfação: totalmente satisfeito, satisfeito, parcialmente satisfeito, insatisfeito e muito insatisfeito.

$$P1 = (NR / NA) * 100, \quad (\text{Métrica 1})$$

onde NR é a quantidade de respostas em um determinado requisito de avaliação de acordo com a escala psicométrica definida previamente, NA é o número de avaliadores e $P1$ é porcentagem das respostas dos avaliadores em um determinado requisito de avaliação.

$$P2 = (NS / NA) * 100, \quad (\text{Métrica 2})$$

onde NS é o número de vezes que um sistema operacional foi utilizado, NA é o número de avaliadores e $P2$ é a porcentagem da utilização de cada sistema operacional.

$$P3 = (NAS / NA) * 100, \quad (\text{Métrica 3})$$

onde NAS é o número de avaliadores que conseguiram instalar e desinstalar o BPL-Framework, NA é o número de avaliadores e $P3$ é a porcentagem resultante.

4.3.2 Projetar a avaliação

O primeiro passo do projeto da avaliação foi a seleção dos avaliadores. Buscou-se selecionar avaliadores de diferentes níveis de conhecimento em modelagem de LPN com o apoio de um formulário de perfil. Nesse formulário, foi utilizada uma escala (nenhum, baixo, médio e alto) para a classificação do conhecimento dos avaliadores em diversos aspectos sobre modelagem de LPNs.

Foram selecionados nove avaliadores (dois doutores, um mestre, três mestrandos e três graduandos) para participar da avaliação do BPL-Framework, os quais receberam uma identificação numérica para que o resultado da avaliação não fosse associado diretamente à pessoa e, assim, possibilitar que o avaliador se sentisse mais confortável para realizar sua avaliação.

O Quadro 4.2 apresenta os dados levantados sobre o nível de conhecimento dos avaliadores selecionados. Observa-se que todos os avaliadores possuem pelo menos algum conhecimento sobre modelagem de LPN. A partir dos resultados do formulário de perfil foi possível constatar também que dos nove avaliadores selecionados, três conheciam a

ferramenta BPMN2 Modeler por meio de projeto desenvolvido em sala de aula e quatro avaliadores já conheciam o FeatureIDE também por meio de projeto desenvolvido em sala.

Quadro 4.2 – Nível de conhecimento dos avaliadores do BPL-Framework.

Conceito	Nenhum	Baixo	Médio	Alto
Modelagem de processos de negócio	0	2	5	2
Notação BPMN	0	2	5	2
Modelagem de variabilidades	0	3	4	2
FM	0	6	1	2
LPN	0	3	4	2

Durante o projeto da avaliação, foi definida também a sequência de atividades que os avaliadores deveriam realizar, conforme descrito no Quadro 4.3. Os artefatos utilizados para a construção da LPN foram os mesmos elaborados para o estudo empírico apresentado no capítulo anterior, ou seja, o Processo de Locação de Vídeo, o FM do domínio de locação e o TMPN de locação em BPMN*.

Quadro 4.3 – Atividades que devem ser realizadas durante a avaliação do BPL-Framework.

Atividade	Descrição
Instalar BPL-Framework	Nesta atividade, os avaliadores devem instalar o BPL-Framework no Eclipse via <i>update-site</i> (o guia de instalação está disponível no manual de utilização – Apêndice K). O tempo de download do Eclipse foi desconsiderado do tempo de instalação do BPL-Framework.
Elaborar PDO	Para a realização dessa atividade os avaliadores recebem um PDO do domínio de locação elaborado na notação BPMN, e devem modelar o mesmo modelo utilizando funcionalidade específica para isso do BPL-Framework.
Elaborar FM	Os avaliadores recebem um FM do domínio de locação e devem modelar o mesmo utilizando funcionalidade específica para isso do BPL-Framework.
Elabora TMPN	Os avaliadores recebem um TMPN do domínio de locação na notação BPMN* e devem modelar o mesmo utilizando funcionalidade específica para isso do BPL-Framework.
Desinstalar BPL-Framework	Após realizar as atividades anteriores, os avaliadores devem desinstalar o BPL-Framework do Eclipse.

As atividades da avaliação foram estabelecidas para que os avaliadores as realizassem no lugar de sua preferência. Para isso, foi elaborado um documento com as descrições das atividades, juntamente com orientações sobre sua execução. Além disso, o BPL-Framework conta com um manual de instalação e utilização (Apêndice K) que também deve ser disponibilizado para os avaliadores.

Não foi oferecido treinamento sobre o BPL-Framework para não influenciar na avaliação do software pelos avaliadores. O autor ficou disponível durante a avaliação para tirar dúvidas dos avaliadores, caso fosse necessário.

Para o registro de cada avaliação conduzida pelos avaliadores foi elaborado um formulário de avaliação (Apêndice I). Nele os avaliadores devem registrar horário inicial e final de cada atividade. Além disso, devem informar o seu grau de satisfação em relação a cada requisito de avaliação definido na Seção 4.3.1 e também o sistema operacional utilizado durante a avaliação.

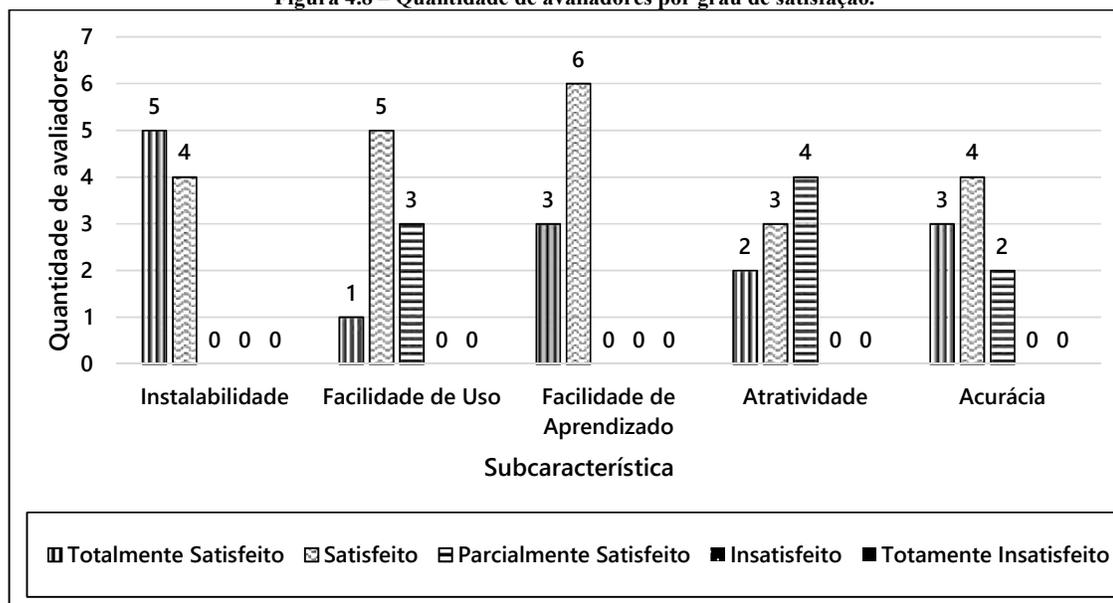
Todos os artefatos elaborados para a avaliação, juntamente com o manual de instalação do BPL-Framework estão disponíveis no link: <http://goo.gl/Y13Rr8>. Os links para a instalação do BPL-Framework estão disponíveis no manual de instalação.

4.3.3 Execução e Conclusão da Avaliação

Os avaliadores realizaram a avaliação no local e horário de sua preferência e responderam o formulário de avaliação. A partir do tempo inicial e final de cada atividade, coletado por meio desse formulário, foi possível observar que em média os avaliadores demoraram 79 (setenta e nove) minutos para a realização das atividades definidas e desvio padrão de 15 minutos.

A Figura 4.8 apresenta um gráfico gerado a partir das respostas dos avaliadores em relação aos requisitos de avaliação instalabilidade, facilidade de uso, facilidade de aprendizado, atratividade e acurácia. Observa-se que em nenhum dos requisitos de avaliação os avaliadores classificaram o seu grau de satisfação como Insatisfeito ou Totalmente Insatisfeito.

Figura 4.8 – Quantidade de avaliadores por grau de satisfação.



A partir dos dados apresentados na Figura 4.8 e com a aplicação da Métrica 1 foi possível identificar as porcentagens para cada valor da escala psicométrica, para cada requisito de avaliação. Dessa forma para o requisito de avaliação facilidade de uso, 11,11% dos avaliadores ficaram totalmente satisfeitos, 55,55% ficaram satisfeitos e os outros 33,33% dos avaliadores classificaram como parcialmente satisfeitos.

Para o requisito facilidade de aprendizado, 33,33% dos avaliadores ficaram totalmente satisfeitos e 66,66% ficaram satisfeitos. Quanto a atratividade, 22,22% dos avaliadores ficaram totalmente satisfeitos e 33,33% ficaram satisfeitos e 44,44% parcialmente satisfeitos. Por último, para o requisito acurácia, 33,33% dos avaliadores classificaram como totalmente satisfeitos, 44,44% como satisfeitos e 22,22% parcialmente satisfeitos.

A partir das respostas do formulário de avaliação e com a aplicação da Métrica 2 para os requisitos de avaliação portabilidade e adaptabilidade, constatou-se que o BPL-Framework pôde ser instalado em pelo menos cinco sistemas operacionais diferentes (de acordo com o sistema operacional utilizado pelo avaliador), sendo eles: Windows 7 (33,33%), Windows 8.1 (22,22%), MAC OS X 10.10.2 (11,11%), Linux Ubuntu (22,22%) e Linux Mint (11,11%).

A análise da instalabilidade do BPL-Framework foi baseada na aplicação da Métrica 3. A partir dos resultados obtidos, observou-se que oito (88,88%) avaliadores realizaram atividades relacionadas a esse requisito (ou seja, instalação e desinstalação da ferramenta) sem ocorrência de problemas em um tempo médio de 13 minutos. Apenas um avaliador (11,11%) apresentou problema após a instalação da ferramenta, pois a versão do Java instalada em seu computador era obsoleta e no manual de instalação do BPL-Framework não estava especificado a versão do Java que deveria estar instalada. A partir dessa constatação, o manual de instalação foi atualizado com essa informação. Adicionalmente, a partir da aplicação da Métrica 1, para instalabilidade, constatou-se que 55,55% avaliadores ficaram totalmente satisfeitos e 44,44% ficaram satisfeitos com a forma de instalação e desinstalação do BPL-Framework.

Assim, por meio dos resultados da avaliação conduzida, sugere-se que o BPL-Framework é capaz de prover apoio computacional adequado para a construção e documentação de LPNs utilizando as notações BPMN, BPMN* e FM.

4.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentado o desenvolvimento do ambiente computacional BPL-Framework, um *plug-in* do Eclipse, que provê apoio para a construção e documentação de LPNs com base na abordagem GLPN utilizando as notações BPMN, BPMN* e FM, visto que na literatura observou-se carência da existência de ferramentas específicas para esse fim. Assim, tem-se em um único ambiente computacional, todo o suporte necessário para gerenciar os artefatos de LPNs.

Por meio da avaliação apresentada neste capítulo buscou-se averiguar o grau de satisfação dos usuários do BPL-Framework desde a sua instalação, uso, até a sua desinstalação. Os resultados obtidos indicam que a maioria dos avaliadores ficou totalmente satisfeita ou satisfeita com BPL-Framework quanto a sua adequação funcional, operabilidade e transferibilidade; e nenhum avaliador relatou insatisfação no uso do arcabouço computacional.

O BPL-Framework apoia as fases “Descobrir Processos do Domínio do Negócio” e “Definir Flexibilidades” do processo Engenharia do Domínio do Negócio (EDN) da GLPN. Nessas fases os PDOs são elaborados, bem como o respectivo FM e o TMPN. Além disso, o BPL-Framework não permite que variantes sejam conectadas em elementos que não sejam pontos de variação e também não permite a alteração de pontos de variação quando ele já possui variantes. Nesse último caso, para realizar a alteração é necessário remover primeiramente a(s) associação(ões) de variabilidade.

As atividades “Validar LPN” e “Gerenciar LPN” são necessárias para a contemplação completa do processo EDN, porém a validação ainda está incompleta e não é possível notificar as instâncias de uma linha em caso de alterações, por isso o BPL-Framework ainda não apoia completamente o processo EDN e também não oferece suporte a nenhuma das atividades do processo de Engenharia do Processo de Negócio (EPN).

Assim, por meio dos resultados da avaliação infere-se que o BPL-Framework é capaz de prover apoio computacional adequado para a construção e documentação de LPNs com base na abordagem GLPN utilizando as notações BPMN, BPMN* e FM. No momento, o BPL-Framework apoia somente a modelagem de variabilidades em objetos de dados, sub-processos e atividades, sendo que as mesmas também podem ocorrer em eventos, *pools* e fluxo de sequência.

CAPÍTULO 5 - Conclusão

5.1 Considerações Iniciais

Neste capítulo é apresentada a conclusão deste trabalho, que colaborou para o avanço do estado da arte em LPNs. Na Seção 5.2 são descritas as principais contribuições; na Seção 5.3 são apresentadas as principais limitações observadas e na Seção 5.4 são discutidas sugestões de trabalhos futuros, os quais representam desdobramentos da pesquisa realizada.

5.2 Contribuições

Este trabalho teve como principal objetivo o desenvolvimento de um arcabouço computacional de apoio à construção de Linhas de Processos de Negócios (LPN).

Com base no levantamento bibliográfico realizado foi possível identificar as principais abordagens de LPNs existentes na literatura, cujo produto é um PDO, e foi constatado que nenhuma delas é apoiada por uma ferramenta computacional (TERENCIANI, 2014). Assim, tomando como base a abordagem GLPN, definida pelo grupo de pesquisa em Engenharia de Software da Facom/UFMS, foi desenvolvido um arcabouço de apoio ao processo Engenharia do Domínio do Negócio (EDN) dessa abordagem, denominado BPL-Framework.

Antes de iniciar o desenvolvimento do BPL-Framework foram selecionadas as notações mais adequadas para representar dois dos três principais artefatos de uma LPN, no caso a BPMN para representar os PDOs e o FM para representar o modelo de variabilidades (LANDRE, 2012; GRÖNER *et al.*, 2013; TERENCIANI, 2014). Como não havia consenso na literatura da notação mais adequada para representar o terceiro artefato de uma LPN, no caso o TMPN, foi proposta neste trabalho a notação BPMN*. Essa notação incorpora elementos do FM ao BPMN, portanto é uma extensão do BPMN para a representação de variabilidades em processos de negócio. A BPMN* foi avaliada por meio de um estudo empírico, a partir do qual observou-se que é mais indicada para a representação de variabilidade em processos de negócio quando comparada a notação vrBPMN.

Além disso foi realizado um estudo comparativo entre as notações C-EPC, C-YAWL, vrBPMN e a BPMN*, onde observou-se que apesar de fornecer modelos extensos conforme o domínio aumenta, a notação BPMN* possui uma baixa curva de aprendizado

quando já se conhece o modelo de *features* e a notação BPMN* e possibilita a rastreabilidade entre o modelo de variabilidades e o TMPN, além de ser baseada em BPMN e apoiada por uma ferramenta.

O BPL-Framework possui código fonte aberto e foi desenvolvido na forma de um *plug-in* para Eclipse integrando e estendendo ferramentas existentes para a elaboração de PDOs em BPMN, modelo de variabilidades em FM e TMPN em BPMN*. A partir de uma avaliação do BPL-Framework conduzida por profissionais da área de Engenharia de Software, com base na série de padrões da ISO/IEC 25000, observou-se que o BPL-Framework é de fácil utilização e fornece os artefatos de LPNs com a acurácia necessária.

Assim, diante do exposto, as principais contribuições deste trabalho são listadas a seguir:

- i. Desenvolvimento de um arcabouço computacional BPL para apoiar a elaboração dos artefatos necessários para a construção de LPNs com base na abordagem GLPN, chamado BPL-Framework;
- ii. Extensão da notação BPMN para a modelagem de variabilidades em processo de negócio que incorpora estereótipos baseados no FM à notação BPMN, denominada BPMN*;
- iii. Documentação de um estudo empírico, passível de replicação, que comparou a corretude dos TMPNs e o tempo de elaboração dos mesmos utilizando as notações BPMN* e vrBPMN. A partir dos resultados desse estudo foi possível observar que a notação BPMN* fornece modelos com menor quantidade de erros e o tempo gasto é praticamente o mesmo da notação vrBPMN;
- iv. Documentação de uma avaliação definida de acordo com o guia de avaliação de qualidade de software da ISO/IEC 25040 e com o GQM, que pode servir como base para avaliar outras versões do BPL-Framework. Nessa avaliação, profissionais de diferentes níveis de conhecimento em modelagem de LPN avaliaram o BPL-Framework. Os resultados dessa avaliação permitiram observar que o BPL-Framework propicia a elaboração dos artefatos de uma LPN em conformidade com a abordagem GLPN com a acurácia necessária, é de fácil operabilidade e pode ser instalado e desinstalado em diversos ambientes sem a necessidade de qualquer adaptação;

5.3 Limitações

Com base no trabalho desenvolvido, foram identificadas as seguintes limitações:

- i. Não foram realizados estudos empíricos comparativos da notação BPMN*, como outras notações existentes, como a C-EPC (ROSEMANN e DER AALST, 2007) e C-YAWL (LA ROSA *et al.*, 2008);
- ii. A avaliação do BPL-Framework possui número limitado de avaliadores e não foi realizada com profissionais de outras áreas, por exemplo, da área de Gestão de Processos de Negócios;
- iii. O BPL-Framework realiza a validação somente na conexão entre variantes e pontos de variação, portanto não realiza a validação do TMPN em relação ao modelo de *features*;
- iv. O BPL-Framework não oferece suporte à instanciação de LPNs, e também não é integrado a um repositório de ativos de software para apoiar com maior eficiência a reutilização de modelos de processos de negócio com base em LPNs; e
- v. O BPL-Framework oferece suporte somente a variabilidades que ocorrem em objetos de dados, tarefas e sub-processos, com isso é limitado a atender os demais elementos que podem ocorrer variabilidades de acordo com a BPMN*, ou seja, eventos, *pools* e fluxo de sequência.

5.4 Trabalhos Futuros

Como a área de LPN é recente, vários ramos de pesquisa podem ser explorados de maneira a compor um estudo abrangente da área. Abaixo estão elencadas sugestões de trabalhos futuros decorrentes do desenvolvimento deste trabalho:

- i. Condução de outros estudos empíricos para melhor analisar o tempo de elaboração dos TMPN, levando em consideração modelos de processos de negócios de organizações reais bem como outras notações de representação de variabilidades existentes C-EPC e a YAWL;
- ii. Estender o BPL-Framework para que seja possível representar a variabilidade em modelos de processos de negócio em todos os elementos onde ela pode ocorrer de acordo com a notação BPMN*. Para isso, é necessário estudar a

- melhor forma para adicionar os atributos de variabilidade, gerar novamente o código do EMF, e também estudar a melhor forma de representação gráfica entre *pools*, que é o elemento onde ainda não é possível representar variabilidade com o apoio do BPL-Framework;
- iii. Estender a validação do BPL-Framework para que não haja inconsistência entre o modelo de *features* e o TMPN;
 - iv. Estender o BPL-Framework para que este permita a instanciação e a evolução de LPNs, além de integração com repositórios de ativos de software visando facilitar a gestão desse tipo de linha;
 - v. Validar a usabilidade do BPL-Framework com uma maior quantidade de avaliadores de diversas áreas e levando em consideração modelos de processos de negócios de organizações reais; e
 - vi. Condução de experimentos controlados para analisar comparativamente a construção e documentação de LPNs sem apoio computacional e com o apoio do BPL-Framework.

Referências

- BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. D. The goal question metric approach. **Encyclopedia of Software Engineering**. John Wiley & Sons, Inc. p. 528–532, 1994.
- BINTRAY. **Bintray**. 2015. Disponível em: <<https://bintray.com/>>. Acesso em: 04 maio 2015.
- BOFFOLI, N.; CAIVANO, D.; CASTELLUCCIA, D.; VISAGGIO, G. Business Process Lines and Decision Tables driving flexibility by selection. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE COMPOSITION, 11., 2012, Praga. **Proceedings...** Praga: Springer-Verlag, 2012. p. 178–193.
- BPMN2 MODELER. **Eclipse BPMN2 Modeler**. Disponível em: <<http://www.eclipse.org/bpmn2-modeler/>>. Acesso em: 26 abr. 2015.
- BRAGA, R. T. V.; GERMANO, F. S. R.; MASIERO, P. Cesar. A Pattern Language for Business Resource Management. In: CONFERENCE ON PATTERN LANGUAGES OF PROGRAMS, 6., 1999, Monticello - Illinois. **Proceedings...** 1999. p. 1–33.
- CHEN, L.; BABAR, M. A systematic review of evaluation of variability management approaches in software product lines. **Information and Software Technology**, v. 53, n. 3, p. 344–362, 2011.
- CHINOSI, M.; TROMBETTA, A. BPMN: An introduction to the standard. **Computer Standards & Interfaces**, v. 34, n. 1, p. 124–134, 2011.
- DER AALST, W. V.; TER HOFSTEDÉ, A.; WESKE, M. Business Process Management: A survey. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUSINESS PROCESS MANAGEMENT, 3., 2003, Eindhoven. **Proceedings...** Eindhoven: Springer-Verlag, 2003. p. 1–12.
- ECLIPSE. **Eclipse Foundation**. Disponível em: <<http://www.eclipse.org/>>. Acesso em: 26 abr. 2015.
- EMF. **Eclipse Modeling Framework 2.10.2**. 2015. Disponível em: <<https://www.eclipse.org/modeling/emf/>>. Acesso em: 13 maio 2015.

- ERIKSSON, H.; PENKER, M. **Business Modeling with UML: Business patterns at work**. 1ª ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons. 2000.
- GEF. **Graphical Editing Framework**. 2015 Disponível em: <<https://eclipse.org/gef/>>. Acesso em: 13 maio 2015.
- GIMENES, I.; FANTINATO, M.; TOLEDO, M. A Product Line for Business Process Management. In: INTERNATIONAL SOFTWARE PRODUCT LINE CONFERENCE, 12., 2008, Limerick, Irlanda. **Proceedings...** Limerick:IEEE. 2008. p. 265–274.
- GIT. **Git 2.4.0**. 2015. Disponível em: <<http://git-scm.com/>>. Acesso em: 04 maio 2015.
- GOTTSCHALK, F.; DER AALST, W. V.; JANSEN-VULLERS, M. H. Configurable Process Models - A Foundational Approach. In: REFERENCE MODELLING CONFERENCE 2006, Passau, Alemanha. **Proceedings...** Passau:Springer. 2007. p. 59–78.
- GRAPHITI. **Graphiti 0.11.3**. 2015. Disponível em: <<http://www.eclipse.org/graphiti/>>. Acesso em: 13 de maio 2015.
- GRÖNER, G.; BOŠKOVIĆ, M.; SILVA PARREIRAS, F.; GAŠEVIĆ, D. Modeling and validation of business process families. **Information Systems**, v. 38, n.5, p. 709–726, 2013.
- ISO. **ISO/IEC 25010 - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE): System and software quality models**. 2011b.
- ISO. **ISO/IEC 25040 - Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Evaluation process**. 2011.
- JOSUTTIS, N. M. **SOA na Prática: A arte da modelagem de sistemas distribuídos**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Alta Books, 2008.
- JURIC, M. B.; PANT, K. **Business Process Driven SOA using BPMN and WS-BPEL: From business process modeling to orchestration and service oriented architecture**. 1ª ed. Birmingham: Packt Publishing, 2008.

- KANG K. C.; COHEN, S. G.; HESS, J. A.; NOVAK, W. E.; PETERSON, A. S. **Feature-Oriented Domain Analysis (FODA) feasibility study**. Pittsburgh: CMU/SEI, 1990. 161 p. (Relatório Técnico, CMU/SEI-90-TR-21).
- KRUEGER C. W. Easing the transition to software mass customization. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SOFTWARE PRODUCT-FAMILY ENGINEERING, 4., 2001, Londres. **Proceedings...** Londres: Springer-Verlag, 2001. p. 282–293.
- LA ROSA, M; GOTTSCHALK, F.; DUMAS, M; DER AALST, W. V. Linking Domain Models and Process Models for Reference Model Configuration. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 4928, p. 417–430, 2008.
- LADEIRA, S.; PENTEADO, R.; BRAGA, R.; CAGNIN, M. Reutilização de Modelagem de Negócios baseada em Visões – um Estudo de Caso. In: 22º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE SOFTWARE, 22, 2008, Campinas. **Proceedings...** Campinas: UFMG. 2008. p. 140–155.
- LANDRE, G. GLPN - Uma abordagem para Gestão de Linhas de Processos de Negócios. 2012. 111f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Faculdade de Computação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2012.
- LANDRE, G.; PALMA, E.; PAIVA, D.; NAKAGAWA, E. Y.; CAGNIN M. I. vrBPMN* and Feature Model: An approach to model business process line. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PROCESS MODEL COLLECTIONS: MANAGEMENT AND REUSE, 5, 2014, Eindhoven. **Proceedings...** Eindhoven: Springer International Publishing. 2015. p. 130–141.
- LAUDON, K.; LAUDON J. **Sistemas de Informação Gerenciais**. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2010.
- MAVEN. **Apache Maven 3.3.3**. 2015. Disponível em: <<https://maven.apache.org/>>. Acesso em: 13 maio 2015.
- McLROY, M. D. Mass-Produced Software Components. In: NATO SOFTWARE ENGINEERING CONFERENCE, 1., Garmisch, 1968. **Proceedings...** Garmisch: NATO. 1968. p. 138–155.

- MDT. **Model Development Tools**. 2015. Disponível em: <<http://www.eclipse.org/modeling/mdt/>>. Acesso em: 13 de maio 2015.
- NUNES, V.; WERNER, C.; SANTORO, F. M. Context-Based Process Line. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS. 12., 2010, Madeira, Portugal **Proceedings...** Madeira:Funchal. 2010. p. 277–282.
- OMG. **Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0.2**. 2013. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/>>. Acesso em: 22 abr. 2015.
- OMG. **Documents Associated With UML Version 2.0**. 2005. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/UML/2.0/>>. Acesso em: 22 abr. 2015b.
- POHL, K.; BOCKLE, G.; LINDEN, F. J. van der. **Software Product Line Engineering: Foundations, Principles and Techniques**. 1ª ed. Secaucus: Springer-Verlag, 2005.
- ROLLAND, C.; NURCAN, S. Business Process Lines to deal with the variability. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 43., Honolulu, 2010. **Proceedings...** Honolulu, HI, EUA. 2010. p. 1–10.
- ROSEMANN, M.; DER AALST, W. V. A configurable reference modelling language. **Information System**. v. 32, n. 1, p. 1–23, 2007.
- SCHNIEDERS, A.; PUHLMANN, F. Variability Mechanisms in E-Business Process Families. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON BUSINESS INFORMATION SYSTEMS, 9, Berlin. 2006. **Proceedings...** Berlin, Alemanha. 2006. p. 583–601.
- SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. Tradução Ivan Bosnic e Kalina G. de O. Gonçalves. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. Título original: Software Engineering.
- TERENCIANI, M. Um arcabouço computacional de apoio à criação de linhas de processos de negócio?. 2014. 73f. Qualificação (Mestrado em Ciência da Computação) – Faculdade de Computação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Mato Grosso do Sul. 2014.
- TERENCIANI, M.; LANDRE, G.; PAIVA, D.; CAGNIN M. I. A Notation for Representation of Variability in Business Process Towards Supporting Business Process Line Modeling. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING AND

- KNOWLEDGE ENGINEERING, 27, Pittsburgh. 2015. **Proceedings...** Pittsburgh, EUA. 2015.
- TERENCIANI, M.; LANDRE, G.; PAIVA, D.; CAGNIN M. I. BPMN* - A Plugin for Eclipse towards Supporting Business Process Lines Documentation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SYSTEMS AND APPLICATIONS, 12, Marrakech. 2015. **Proceedings...** Marrocos. 2015b (submetido para publicação).
- THÜM, T.; KÄSTNER, C.; BENDUHN, F.; MEINICKE, J.; SAAKE, G.; LEICH, T. FeatureIDE: An extensible framework for feature-oriented software development. Science of Computer Programming, **Science of Computer Programming**, Amsterdam, v. 79, p. 70–85, jan. 2014.
- VISUALISER. **Visualiser 2.2.0**. 2015. Disponível em: <<http://eclipse.org/ajdt/visualiser/>>. Acesso em: 13 maio 2015.
- WEISS, D. M.; LAI, C. **Software Product-Line Engineering**: A family-based software development process. 1ª ed. Boston: Addison-Wesley, 1999.
- WHITE, S. Introduction to BPMN. **OMG**. 2004. Disponível em: <http://www.omg.org/bpmn/Documents/Introduction_to_BPMN.pdf >. Acesso em: 25 abr. 2015.
- WOHLIN, C.; RUNESON, P.; HÖST, M.; OHLSSON, M. C.; REGNELL, B.; WESSLÉN, A. **Experimentation in Software Engineering**. 2ª ed. Berlin: Springer-Verlag, 2012.

APÊNDICE A - Formulário de Perfil do Estudo Empírico

Neste apêndice é apresentado o formulário utilizado para a caracterização dos participantes do estudo empírico (Seção 3.3), aqui chamado de formulário de perfil de participante.

Formulário de Perfil de Participante

Este formulário deve ser respondido por todos os participantes do estudo com notações para modelagem de variabilidades em linhas de processos de negócio.

Identificação (numérica) do participante: _____

Conhecimento Específico

1. Qual é seu nível de conhecimento em Modelagem de Processos de Negócios?

Nenhum Pouco Razoável Avançado

2. Qual é sua experiência prática com Modelagem de Processos de Negócios?

Nenhuma Praticado em um projeto de classe
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em um projeto ou na indústria
 Usado em vários projetos na indústria

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

3. Qual é seu nível de conhecimento na notação BPMN (*Business Process Model and Notation*)?

Nenhum Pouco Razoável Avançado

4. Qual é sua experiência prática com a notação BPMN (*Business Process Model and Notation*)?

Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

5. Qual é seu nível de conhecimento em Modelagem de Variabilidades?

Nenhum Pouco Razoável Avançado

6. Qual é sua experiência prática com Modelagem de Variabilidades?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

7. Qual é seu nível de conhecimento sobre o Modelo de *Features* (*Feature Model*)?

- Nenhum Pouco Razoável Avançado

8. Qual é sua experiência prática com o Modelo de *Features* (*Feature Model*)?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

9. Qual é seu nível de conhecimento sobre a notação *variant-rich* BPMN (vrBPMN)?

- Nenhum Pouco Razoável Avançado

10. Qual é sua experiência prática com a notação *variant-rich* BPMN (vrBPMN)?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

11. Qual é seu nível de conhecimento sobre os conceitos de Linha de Produto de Software?

- Nenhum Pouco Razoável Avançado

12. Qual é sua experiência prática com Linha de Produto de Software?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

13. Qual é seu nível de conhecimento sobre variabilidade em Linha de Produto de Software?

- Nenhum Pouco Razoável Avançado

14. Qual é sua experiência prática sobre variabilidade em Linha de Produto de Software?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

15. Qual é seu nível de conhecimento sobre Linha de Processos de Negócio?

- Nenhum Pouco Razoável Avançado

16. Qual é sua experiência prática com Linha de Processos de Negócio?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

Experiência no Domínio

17. Quanto você sabe sobre sistemas que controlam a locação de bens materiais, por exemplo, locação de carro, locação de fitas de vídeo e DVD, etc?

- Não muito/não possui familiaridade Algum/Familiar Bastante/Muito familiar

18. Qual é a sua experiência prática na modelagem de negócios de sistemas que controlam a locação de bens materiais?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

APÊNDICE B - Termo de Consentimento do Estudo Empírico

Neste apêndice é apresentado o termo de consentimento que foi devidamente assinado e acordado por todos os acadêmicos que participaram do estudo empírico apresentado no Capítulo 3.

Formulário de Consentimento

Título do projeto: Avaliação da notação BPMN* em relação à notação vrBPMN.

Declaração

Eu declaro que quero participar de um estudo empírico conduzido pelo acadêmico de mestrado Marcelo Figueiredo Terenciani e pelos professores Dra. Maria Istela Cagnin e Ms. Geraldo Barbosa Landre.

Procedimento

O estudo será conduzido em 28/11/2014 e os horários de início e fim serão anotados em um formulário fornecido.

Confidência

Toda informação coletada no estudo é confidencial e meu nome não será identificado.

Benefícios e liberdade para desistir

Eu sei que não terei nenhum ganho pessoal participando do estudo, mas que o pesquisador espera saber mais sobre a notação BPMN* no apoio a modelagem de variabilidades em processos de negócio. Eu sei que eu tenho a liberdade para perguntar qualquer questão ou desistir da participação em qualquer hora sem penalidade e que eu terei acesso aos principais resultados do estudo.

Nome do participante: _____

Assinatura do participante: _____

Data: ____/____/____

APÊNDICE C - PDOs Utilizados no Estudo Empírico

Neste apêndice são apresentados os processos domicílio do domínio do negócio (PDOs) utilizados no treinamento e no estudo empírico apresentado no Capítulo 3.

Figura C.1 – Processo de venda de salgados.

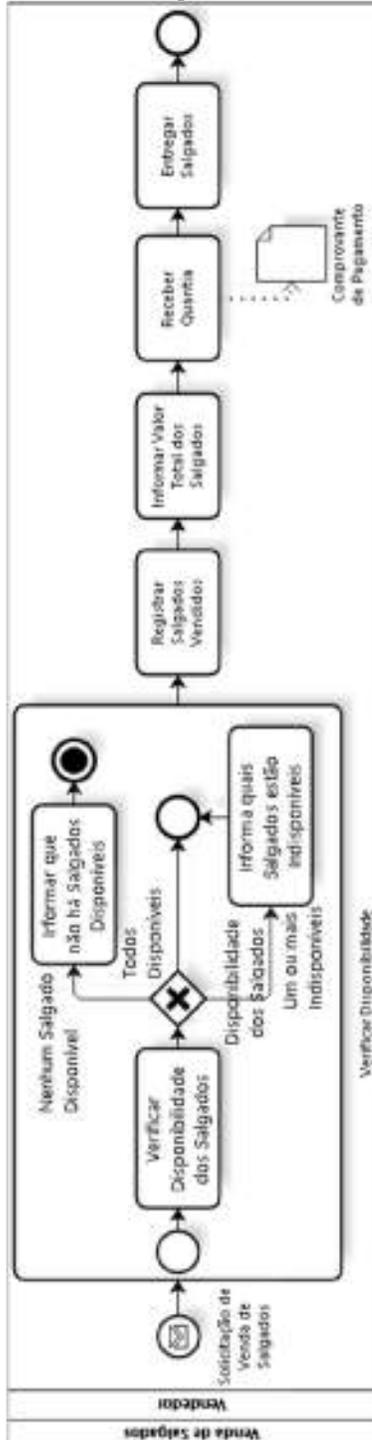


Figura C.2 – Processo venda de um supermercado.

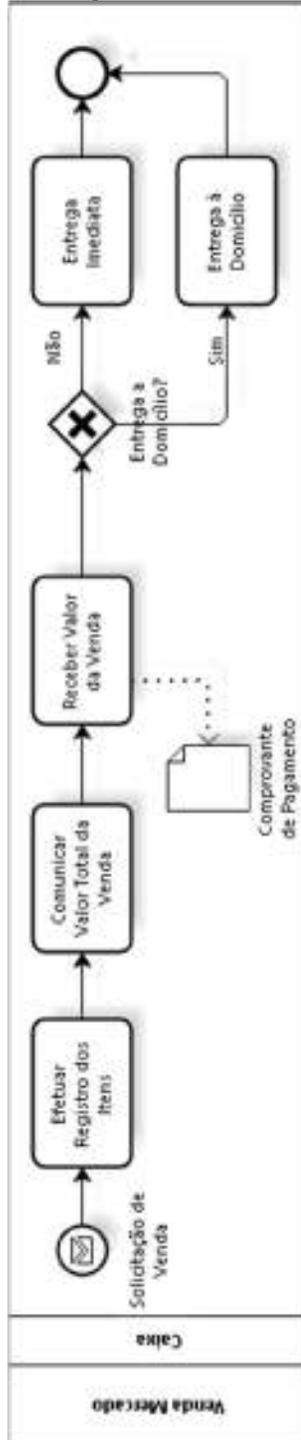


Figura C.3 – Processo venda de autopeças.

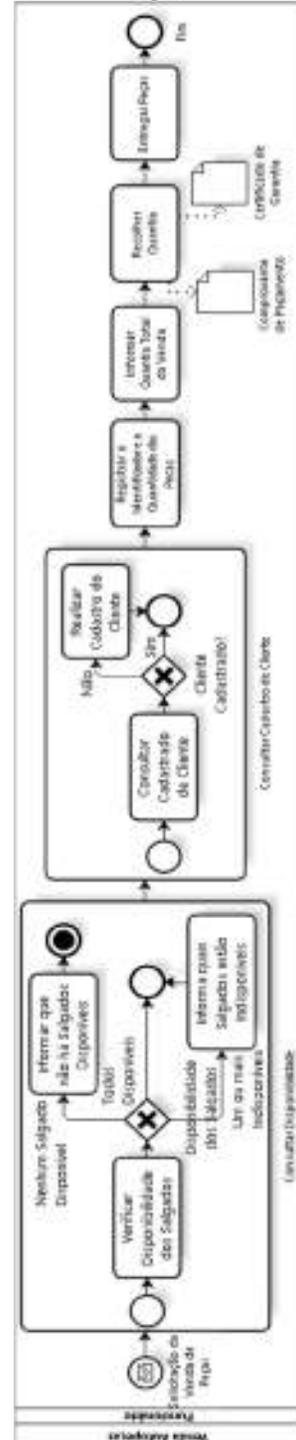
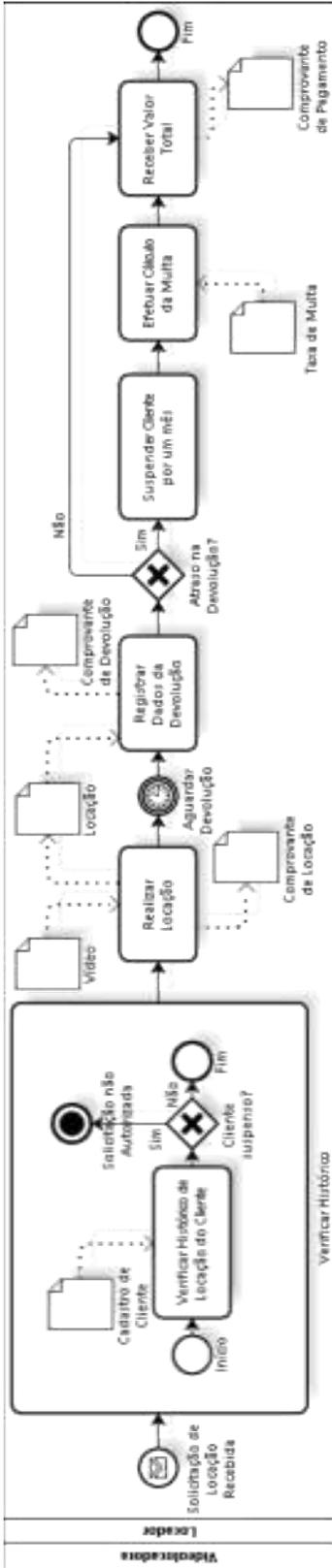
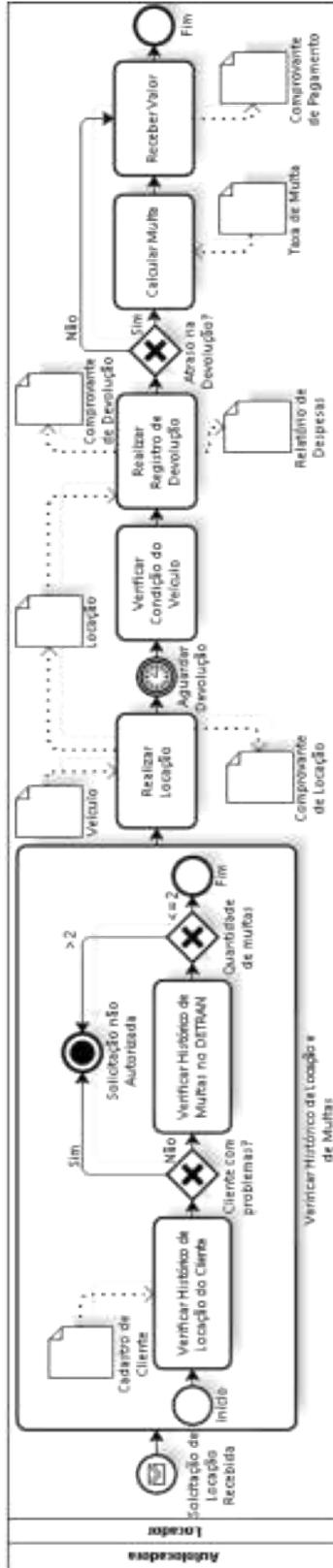


Figura C.4 – Processo de locação de vídeos.



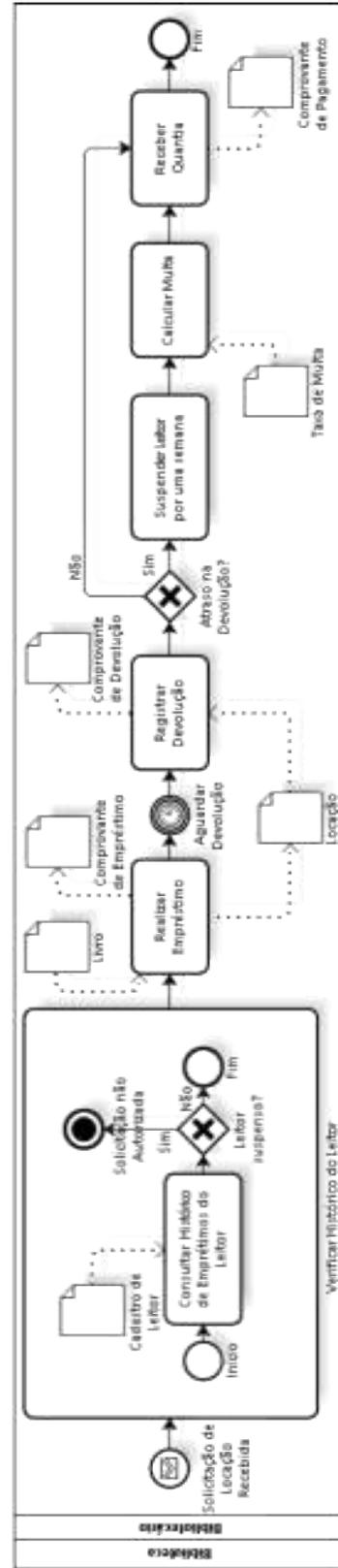
Fonte: adaptado de Landre (2012).

Figura C.5 – Processo locação de carros.



Fonte: adaptado de Landre (2012).

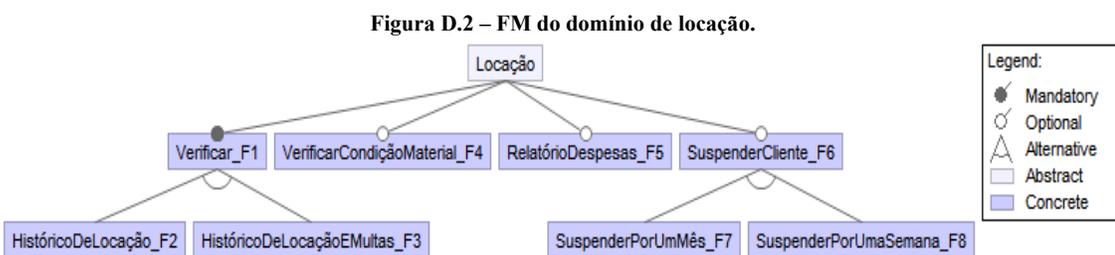
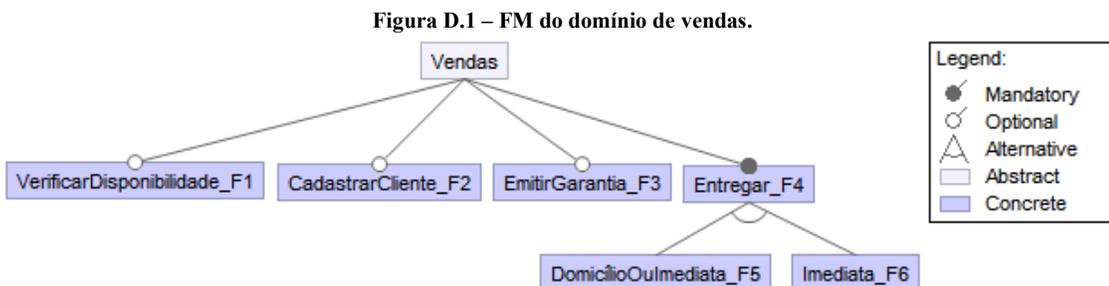
Figura C.6 – Processo locação de livros.



Fonte: adaptado de Landre (2012).

APÊNDICE D - FMs Utilizados no Estudo Empírico

Neste apêndice são apresentados os modelos de *features* (FM) utilizados no treinamento e no estudo empírico apresentado no Capítulo 3. A Figura D.1 apresenta o FM respectivo aos PDOs do domínio de vendas (Apêndice C) e a Figura D.2 apresenta o modelo de *features* respectivo aos PDOs do domínio de locação (Apêndice C).



Fonte: adaptado de Landre (2012).

APÊNDICE E - TMPNs utilizados no Estudo Empírico

Neste apêndice são apresentados os *templates* de modelo de processo de negócio (TMPN) utilizados no treinamento e no estudo empírico apresentado no Capítulo 3. Esses TMPNs representam possíveis maneiras de representar os domínios de venda e de locação, respectivamente. Os TMPNs do domínio de vendas foram utilizados no treinamento como possíveis soluções para o exercício aplicado. Os TMPNs do domínio de locação foram utilizados como base durante a correção dos TMPNs elaborados pelos participantes do estudo empírico. Ressalta-se que podem existir variações de TMPNs e as mesmas foram consideradas durante a correção.

A Figura E.1 apresenta o TMPN do domínio de vendas na notação BPMN* e a Figura E.2 apresenta o mesmo na notação vrBPMN. A Figura E.3 apresenta o TMPN do domínio de locação na notação BPMN* elaborado com o uso da ferramenta BPL-Framework e a Figura E.4 apresenta o mesmo na notação vrBPMN.

Figura E.1 – TMPN de vendas em BPMN*.

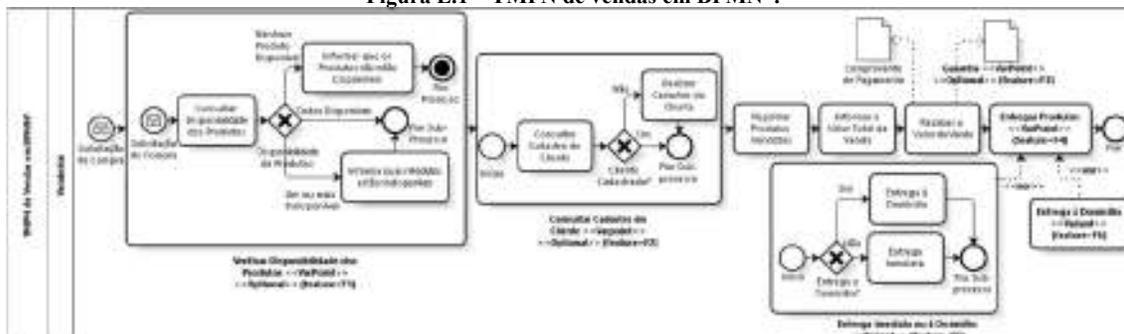


Figura E.2 – TMPN de vendas em vrBPMN.

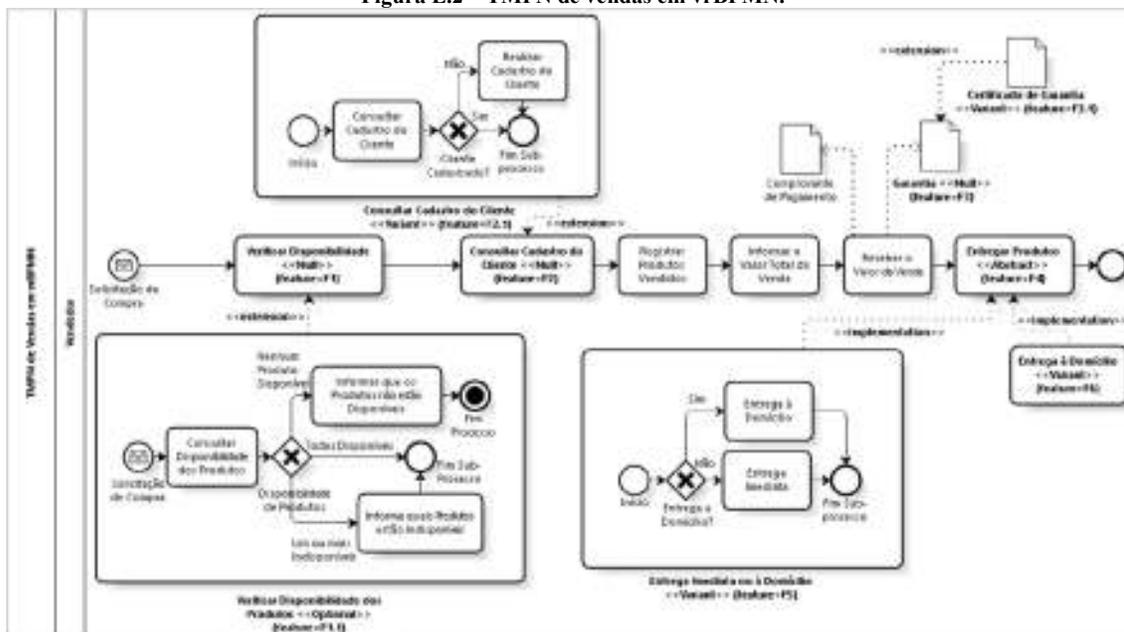


Figura E.3 – TMPN de locação em BPMN* (elaborado pelo BPL-Framework).

APÊNDICE F - Formulário de Execução

Neste apêndice é apresentado o formulário de execução utilizado no estudo empírico apresentado no Capítulo 3. O formulário de execução forneceu diretrizes para facilitar a modelagem e também foi utilizado para que os participantes pudessem fazer um feedback sobre as notações apresentadas.

Formulário de Execução

- Realizar leitura dos PDOs e tirar dúvidas.
- Os modelos devem ser feitos à lápis.
- Em caso de erros durante a elaboração do TMPN, os mesmos devem ser apagados.
- Os sub-processos devem ser modelados na forma expandida.

Diretrizes para apoiar na elaboração do TMPN:

- 1) Ler os elementos dos três diagramas a fim de identificar as comunalidades e as variabilidades
 - 1.1) as variabilidades também estão representadas no modelo de *features*
- 2) As comunalidades devem ser representadas no TMPN utilizando a notação BPMN
 - 2.1) escolher o nome mais adequado para elementos (tarefas, sub-processos, objetos de dados, *pool* - piscina, *lanes* – raias, eventos, *gateways*, etc.) de maneira que representem o domínio
- 3) As variabilidades devem ser representadas no TMPN utilizando a notação BPMN*
 - 3.1) escolher o nome mais adequado para elementos (tarefas, sub-processos, objetos de dados, *pool* - piscina, *lanes* – raias, eventos, *gateways*, etc.) de maneira que representem o domínio
 - 3.2) adicionar identificador da *feature* {*feature* = F_n}

Identificação (numérica) do participante: _____ Data: ___ / ___ / _____

1) Notação utilizada

() BPMN* () vrBPMN

2) Horário de início da modelagem: _____:_____ hrs

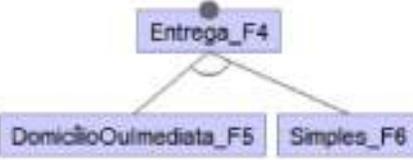
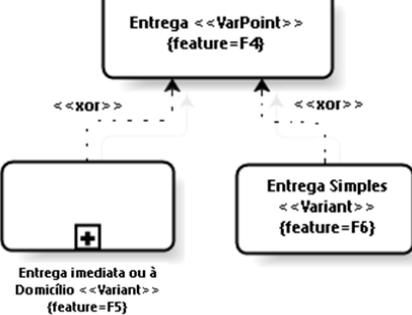
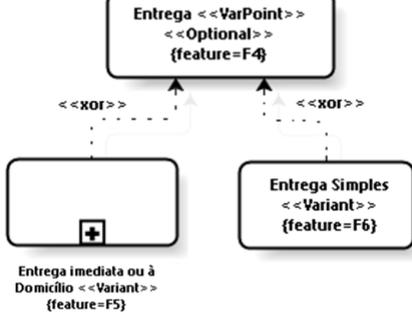
3) Elaboração do TMPN

4) Horário de término da modelagem: _____:_____ hrs

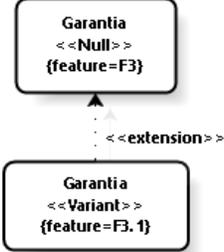
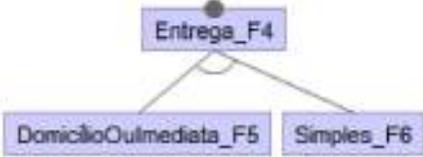
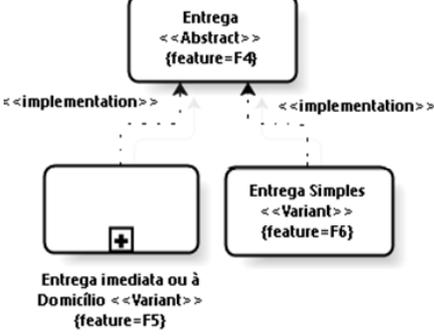
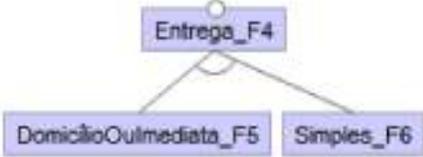
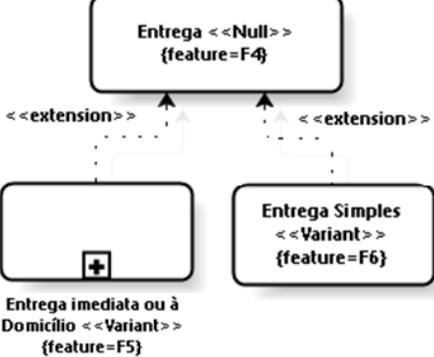
APÊNDICE G - Tabelas de correspondência

Neste apêndice são apresentadas as tabelas de correspondência entre os principais elementos do modelo de *features* (FM) e as notações comparadas no estudo empírico apresentado no Capítulo 3. Os quadros Quadro G.1 e Quadro G.2 mostram a correspondência entre o FM e as notações BPMN* e vrBPMN, respectivamente.

Quadro G.1 – Tabela de correspondência entre os principais elementos do FM e a notação BPMN*.

FM	BPMN*
	
	
	

Quadro G.2 – Tabela de correspondência entre os principais elementos do FM e a notação vrBPMN.

FM	vrBPMN
	
	
	

APÊNDICE H - Formulário de Perfil do Avaliador do BPL-Framework

Neste apêndice é apresentado o formulário utilizado para a caracterização dos avaliadores durante a avaliação do BPL-Framework (Capítulo 4), aqui chamado de formulário de perfil de avaliador.

Formulário de Perfil do Avaliador

Este formulário deve ser respondido por todos os participantes da avaliação do arcabouço computacional BPL-Framework.

Identificação (numérica) do participante: _____

Conhecimento Específico

1. Qual é seu nível de conhecimento em Modelagem de Processos de Negócios?

Nenhum Pouco Razoável Avançado

2. Qual é sua experiência prática com Modelagem de Processos de Negócios?

Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

3. Qual é seu nível de conhecimento na notação BPMN (*Business Process Model and Notation*) ?

Nenhum Pouco Razoável Avançado

4. Qual é sua experiência prática com a notação BPMN (*Business Process Model and Notation*)?

Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

5. Qual é seu nível de conhecimento em Modelagem de Variabilidades?

Nenhum Pouco Razoável Avançado

6. Qual é sua experiência prática com Modelagem de Variabilidades?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

7. Qual é seu nível de conhecimento sobre o Modelo de *Features* (*Feature Model*)?

- Nenhum Pouco Razoável Avançado

8. Qual é sua experiência prática com o Modelo de *Features* (*Feature Model*)?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

9. Qual é seu nível de conhecimento sobre Linha de Processos de Negócio?

- Nenhum Pouco Razoável Avançado

10. Qual é sua experiência prática com Linha de Processos de Negócio?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

11. Qual é sua experiência prática com o *plug-in* BPMN2 Modeler?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

12. Qual é sua experiência prática com o *plug-in* FeatureIDE?

- Nenhuma Usado em um projeto ou na indústria
 Estudado em aula ou a partir de um livro Usado em vários projetos na indústria
 Praticado em um projeto de classe

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática? _____

APÊNDICE I - Formulário de Avaliação do BPL-Framework

Neste apêndice é apresentado o formulário de avaliação utilizado na avaliação do BPL-Framework (Capítulo 4).

Formulário de Avaliação do *plug-in* BPL-Framework

Id. Participante _____ Data ____/____/____

1. Indique o sistema operacional do seu computador: _____

2. Para cada atividade, informe o horário inicial e o horário final
 - a. *Atividade 1: Instalar o BPL-Framework.*
Horário inicial: _____:_____ Horário Final: _____:_____
 - b. *Atividade 2: Criar um projeto no BPL-Framework.*
Horário inicial: _____:_____ Horário Final: _____:_____
 - c. *Atividade 3: Elaborar PDO de acordo com o modelo fornecido.*
Horário inicial: _____:_____ Horário Final: _____:_____
 - d. *Atividade 4: Elaborar modelo de features de acordo com o modelo fornecido.*
Horário inicial: _____:_____ Horário Final: _____:_____
 - e. *Atividade 5: Elaborar TMPN de acordo com modelo fornecido.*
Horário inicial: _____:_____ Horário Final: _____:_____
 - f. *Atividade 6: Desinstalar o BPL-Framework.*
Horário inicial: _____:_____ Horário Final: _____:_____

3. Responda as questões a seguir de acordo com o grau seu grau de satisfação:
 - a. Qual é o seu grau de satisfação quanto a instalação e desinstalação do BPL-Framework em seu computador? (Quesito: Instalabilidade)

<input type="checkbox"/> Totalmente Satisfeito	<input type="checkbox"/> Insatisfeito
<input type="checkbox"/> Satisfeito	<input type="checkbox"/> Totalmente Insatisfeito
<input type="checkbox"/> Parcialmente Satisfeito	

b. Qual é o seu grau de satisfação quanto a usabilidade do BPL-Framework durante a execução das atividades 2 a 5 (pôde ser compreendido, aprendido, operado e é atraente ao usuário)? (Quesito: Operabilidade)

Totalmente Satisfeito

Insatisfeito

Satisfeito

Totalmente Insatisfeito

Parcialmente Satisfeito

c. Qual é o seu grau de satisfação quanto a facilidade de compreensão de uso provida pelo BPL-Framework? (Quesito: Facilidade de Aprendizado)

Totalmente Satisfeito

Insatisfeito

Satisfeito

Totalmente Insatisfeito

Parcialmente Satisfeito

d. Qual é o seu grau de satisfação quanto a facilidade de utilização propiciada pelo BPL-Framework? (Quesito: Facilidade de Uso)

Totalmente Satisfeito

Insatisfeito

Satisfeito

Totalmente Insatisfeito

Parcialmente Satisfeito

e. Qual é o seu grau de satisfação quanto a atratividade fornecida pelo BPL-Framework durante o seu uso? (Quesito: Atratividade)

Totalmente Satisfeito

Insatisfeito

Satisfeito

Totalmente Insatisfeito

Parcialmente Satisfeito

f. Qual é o seu grau de satisfação quanto capacidade do BPL-Framework possibilitar a elaboração dos modelos fornecidos para avaliação (PDO, modelo de *features* e TMPN)?

(Quesito: Acurácia)

Totalmente Satisfeito

Insatisfeito

Satisfeito

Totalmente Insatisfeito

Parcialmente Satisfeito

APÊNDICE J - Alterações realizadas no código do BPMN2 Modeler

Neste apêndice são apresentadas as classes alteradas/criadas e seus métodos. O Quadro J.1 apresenta os métodos alterados/criados dos pacotes do projeto *org.eclipse.bpmn2.modeler.core* e suas respectivas classes e o Quadro J.2 apresenta os métodos alterados/criados dos pacotes do projeto *org.eclipse.bpmn2.modeler.ui*. Além disso, as configurações dos projetos que compõem o *plug-in* foram alteradas para estarem de acordo com a nomenclatura utilizada pelos autores, descrita no Capítulo 3.

O BPMN2 Modeler foi desenvolvido com base no EMF, portanto foi necessário alterar o metamodelo do *plug-in* EMF para realizar a extensão, o metamodelo está localizado no projeto *org.eclipse.bpmn2* e foram adicionados atributos nas classes *Activity* e *ItemAwareElement*, e o código foi gerado novamente. Todas as alterações realizadas no código foram identificadas pelo comentário “//BPMN*code”.

Quadro J.1 – Métodos alterados/criados nas classes dos pacotes do projeto org.eclipse.bpmn2.modeler.core

org.eclipse.bpmn2.modeler.core	
Classe	Método
Messages.java	<i>strings</i> estáticas (Criado)
ModelHandler.java	createDiagramType (Alterado)
	createVrProcessDiagram (Alterado)
	createVrProcess (Alterado)
Messages.properties	Definição das <i>strings</i> estáticas (Criado)
org.eclipse.bpmn2.modeler.core.adapters	
ExtendedPropertiesAdapter.java	initializeDescription (Alterado)
org.eclipse.bpmn2.modeler.core.features.flow	
AbstractCreateFlowFeature.java	canCreate (Alterado)
AbstractReconnectFlowFeature.java	canReconnect (Alterado)
org.eclipse.bpmn2.modeler.core.utils	
Messages.java	<i>strings</i> estáticas (Criado)
ModelUtil.java	Bpmn2DiagramType (Alterado)
	getDiagramType (Alterado)
	getDefaultBPMNPlaneReference (Alterado)
	getDiagramTypeName (Alterado)
	getLongDisplayName (Alterado)
org.eclipse.bpmn2.modeler.core.validation	
BPMN2ValidationConstraints.java	validateFlowNode (Alterado)

Quadro J.2 – Métodos alterados/criados nas classes dos pacotes do projeto org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.

org.eclipse.bpmn2.modeler.ui	
Classe	Método
DefaultBpmn2RuntimeExtension.java	<i>strings</i> estáticas (Criado)
IConstants.java	Caminhos das imagens (Criado)
Messages.java	<i>strings</i> estáticas (Criado)
Messages.properties	Definição das <i>strings</i> estáticas (Criado)

Quadro J.3 – Métodos alterados/criados nas classes dos pacotes do projeto org.eclipse.bpmn2.modeler.ui (continuação).

org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.commands	
Classe	Método
CreateDiagramCommand.java	Execute (Alterado)
	NewDiagramNameDialog (Alterado)
Messages.java	<i>strings</i> estáticas (Criado)
Messages.properties	Definição das <i>strings</i> estáticas (Criado)
org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.editor	
BPMN2Editor.java	<i>strings</i> estáticas (Criado)
org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.features.flow	
DataAssociationFeatureContainer.java	canConnect (Alterado)
	selectInput (Alterado)
	selectOutput (Alterado)
	canStartConnection (Alterado)
	getText (Alterado)
	setAssociationDirection (Alterado)
	createBusinessObject (Alterado)
SequenceFlowFeatureContainer.java	isItemAE (Criado)
	setLabel (Criado)
	createConnectionLine (Alterado)
	setLabel (Criado)
org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.wizards	
BPMN2DiagramWizardPage1.java	createControl (Alterado)
BPMN2DiagramWizardPage2.java	updatePageDescription (Alterado)
	updateFilename (Alterado)
Messages.java	Adição <i>strings</i> estáticas (Alterado)
messages.properties	Definição das <i>strings</i> estáticas (Criado)
NewBPLProject (Criada)	NewBPLProject (Criado)
	init (Criado)
	performFinish (Criado)
	addPages (Criado)
org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.property.editors	
FeatureIdObjectEditor (Criada)	variantEditingDialog (Criado)
	FeatureIdObjectEditor (Criado)
	editObject (Criado)
	getChoiceOfValues (Criado)
	getValue (Criado)
	notifyChanged(Criado)
	setValue (Criado)
createObject (Criado)	
VarPointTypeObjectEditor (Criada)	varPointTypeEditingDialog (Criado)
	VarPointTypeObjectEditor (Criado)
	editObject (Criado)
	getChoiceOfValues (Criado)
	getValue (Criado)
	notifyChanged (Criado)
	setValue (Criado)
createObject (Criado)	
Messages.java	Adição <i>strings</i> estáticas
messages.properties	Definição das <i>strings</i> estáticas (Criado)

Quadro J.4 – Métodos alterados/criados nas classes dos pacotes do projeto org.eclipse.bpmn2.modeler.ui (continuação).

org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.property.tasks	
Classe	Método
VrSpecificationDetailComposite (Criada)	VrSpecificationDetailComposite (Criado)
	getPropertiesProvider (Criado)
	notifyChanged (Criado)
	cleanBindings (Criado)
	createBindings (Criado)
	createWidgetButons (Criado)
	createWidgetsVarPoint (Criado)
	hasVariant (Criado)
	createWidgetsVarPointType (Criado)
	createWidgetsFeatureId (Criado)
	createWidgetsVariant (Criado)
	redrawParent (Criado)
	updateName (Criado)
getName (Criado)	
VrSpecificationPropertieSection (Criada)	createSectionRoot (Criado)
	appliesTo (Criado)
	getBusinessObjectForSelection (Criado)

Quadro J.5 – Projetos onde suas configurações foram alteradas

org.eclipse.bpmn2.modeler.core
bpmn2-parent
org.eclipse.bpmn2
org.eclipse.bpmn2.feature
org.eclipse.bpmn2.modeler.core
org.eclipse.bpmn2.modeler.feature
org.eclipse.bpmn2.modeler.parent
org.eclipse.bpmn2.modeler.ui
org.eclipse.bpmn2.modeler.update.site.feature
org.eclipse.bpmn2.site

APÊNDICE K - Manual de utilização do BPL-Framework

O BPL-Framework é um *plug-in* para Eclipse de suporte à criação de Linhas de Processos de Negócio, ou seja, a ferramenta objetiva oferecer um ambiente computacional onde é possível elaborar os modelos de processo do domínio do negócio (PDOs ou instâncias) iniciais de uma linha, o modelo de *features* (FM) relativos aos mesmos, além de oferecer suporte a elaboração do *template* de modelo de processos de negócio (TMPN) na notação BPMN*.

Instalação

O BPL-Framework foi desenvolvido na forma de *plug-in* para Eclipse na versão Kepler, com a versão 8 do JRE. Para fazer o download do Eclipse, acesse o link: <https://www.eclipse.org/downloads/packages/eclipse-standard-432/keplersr2> e do JRE acesse o link <http://www.oracle.com/technetwork/pt/java/javase/downloads/jre8-downloads-2133155.html>. Selecione a plataforma utilizada, conforme mostrado na Figura K.1 e na Figura K.2.

Figura K.1 – Seleção da plataforma destino.

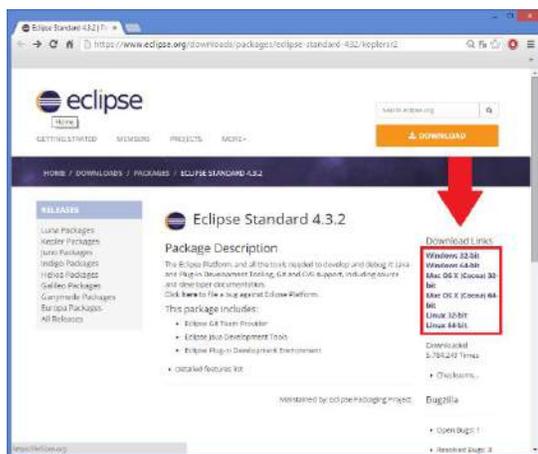
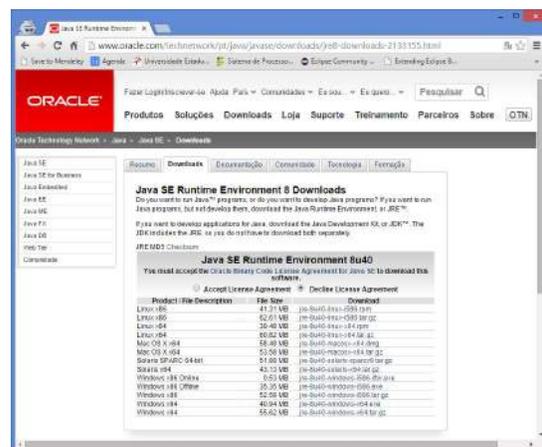


Figura K.2 – Seleção do JRE.



Em seguida, selecione o link para o download, conforme mostrado na Figura K.3. O download iniciará automaticamente. Após o download, extraia para o local de sua preferência e execute o aplicativo eclipse (Figura K.4) que está dentro da pasta onde a extração foi realizada.

Figura K.3 – Seleção do link para download.

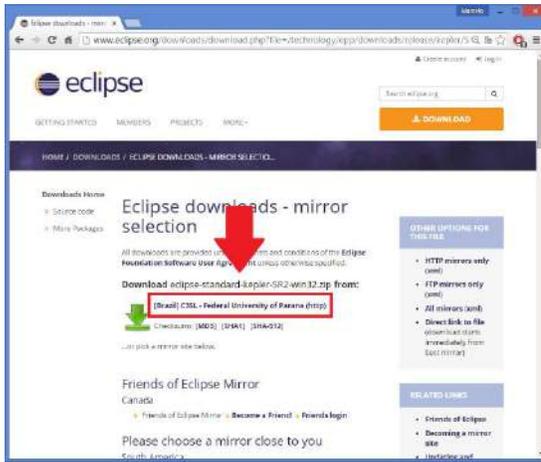
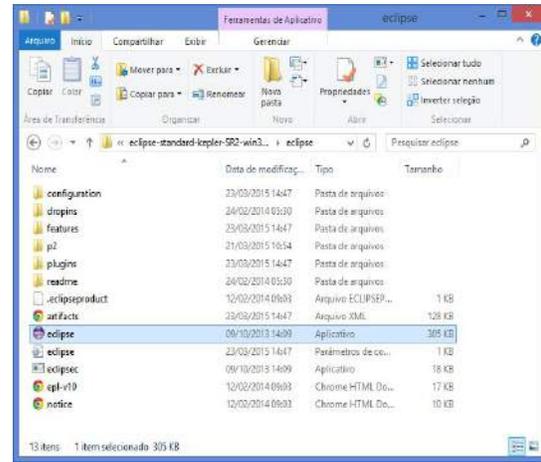
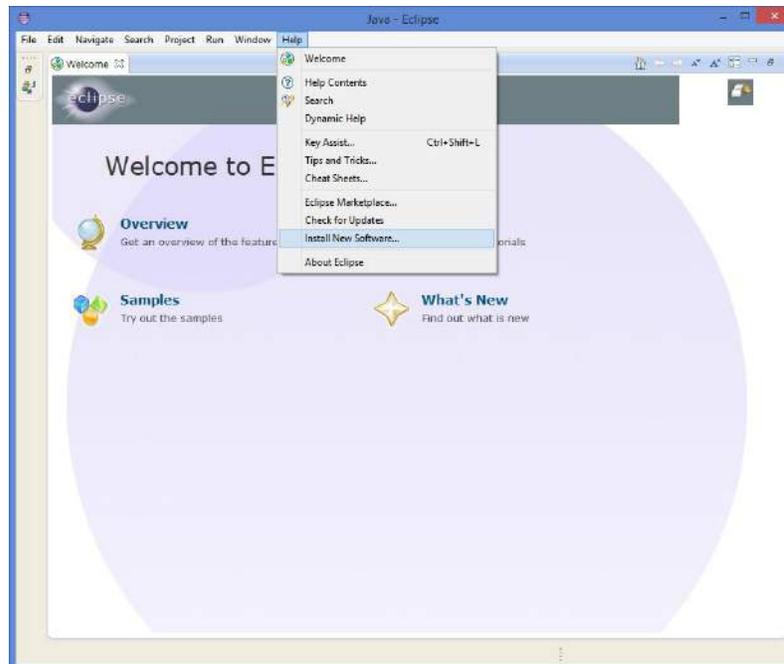


Figura K.4 – Executando o Eclipse.



O BPL-Framework utiliza recursos de outro *plug-in*, o FeatureIDE, sua instalação, assim como a do BPL-Framework é feita via *update site*. Com o Eclipse aberto, dê um clique no meu “*Help -> Install New Software*” (Figura K.5).

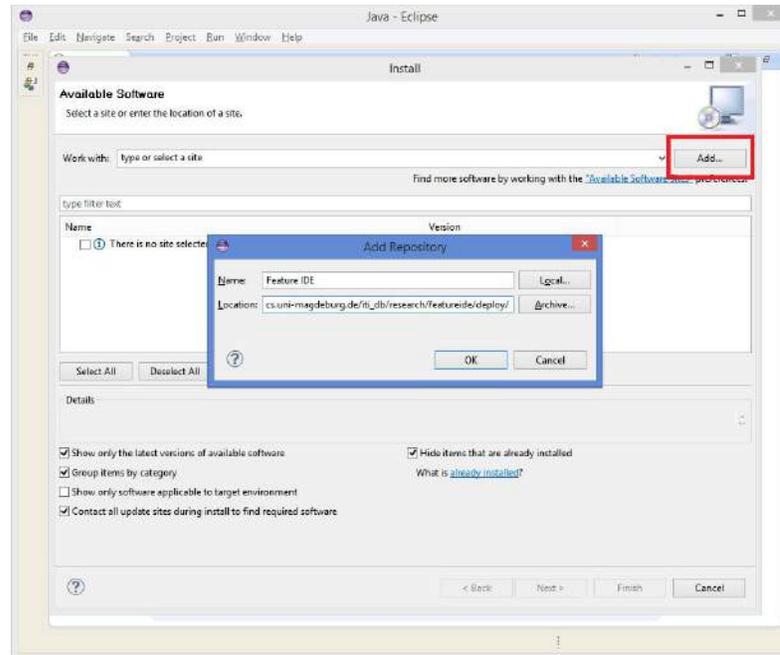
Figura K.5 – Install New Software.



A Figura K.6 mostra a tela que será aberta. Para instalar o FeatureIDE, clique em “*add*”, abrirá a interface de adição de repositório, no campo “*Name*” coloque “*FeatureIDE*” e

no campo “Location” coloque o link: http://wwwiti.cs.uni-magdeburg.de/iti_db/research/featureide/deploy/.

Figura K.6 – Install New Software (FeatureIDE).



Na opção “FeatureIDE 2.7”, selecione “Feature Modeling” e clique em “Next” duas vezes, conforme mostrado na Figura K.7 e na Figura K.8.

Figura K.7 – Instalação do FeatureIDE (1).

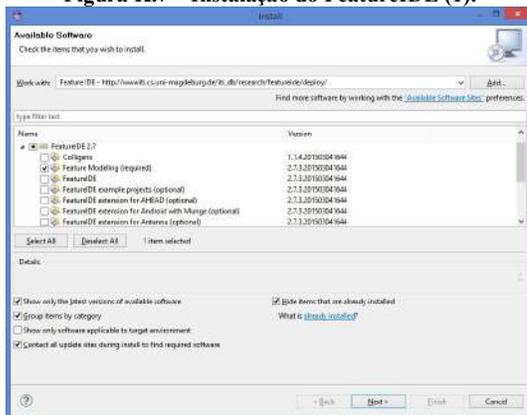
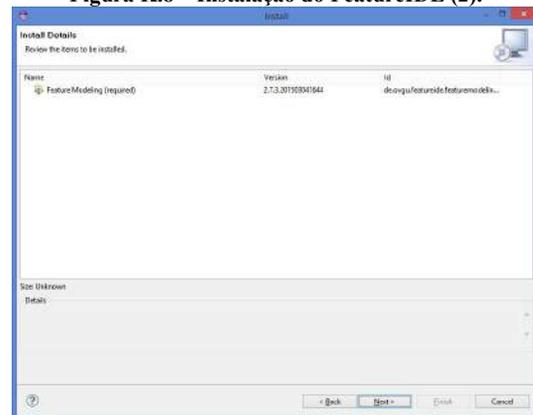


Figura K.8 – Instalação do FeatureIDE (2).



Logo em seguida, aparecerá os termos de licença, é necessário aceitar para prosseguir com a instalação. Após o clique em “I accept the terms of the license agreement” é somente necessário clicar em “Finish” para prosseguir com a instalação (Figura K.9). Após

clique em “*Finish*” iniciará a instalação, aparecerá uma validação de segurança (Figura K.10), clique em “*OK*”. Logo em seguida aparecerá uma mensagem solicitando a reinicialização do Eclipse.

Figura K.9 – Termo de Licença.

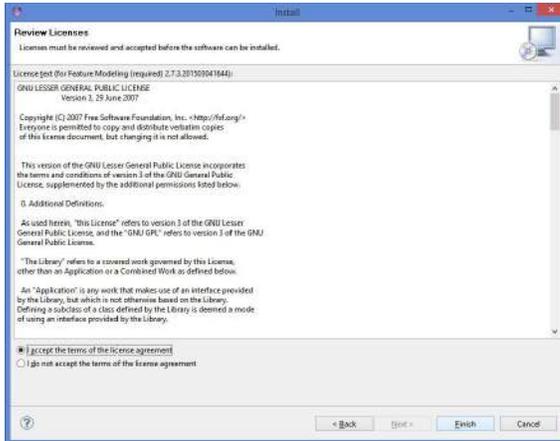


Figura K.10 – Warning Security.



Realizada a instalação do FeatureIDE, com o Eclipse reinicializado, clique novamente no menu “*Help -> Install New Software*” (Figura K.5). Para instalar o BPL-Framework Metamodel, clique em “*add*”, abrirá a interface de adição de repositório, no campo “*Name*” coloque “*BPL-Framework Metamodel*” e no campo “*Location*” coloque o link: <http://dl.bintray.com/ledes/bpl-framework>. Selecione a opção “*BPL-Framework*” e clique em “*Next*” (Figura K.12), e finalize a instalação conforme foi realizado para o FeatureIDE. Realizada a instalação, reinicie o Eclipse.

Da mesma forma realize a instalação do BPL-Framework Modeler, clique novamente no menu “*Help -> Install New Software*” (Figura K.5), clique em “*add*”, abrirá a interface de adição de repositório, no campo “*Name*” coloque “*BPL-Framework Modeler*” e no campo “*Location*” coloque o link: <http://dl.bintray.com/ledes/bplframework-modeler>, conforme mostrado na Figura K.11. Selecione a opção “*BPL-Framework Modeler*” e clique em “*Next*” (Figura K.12), e finalize a instalação. Realizada a instalação, reinicie o Eclipse.

Figura K.11 – Instalação BPL-Framework (1).

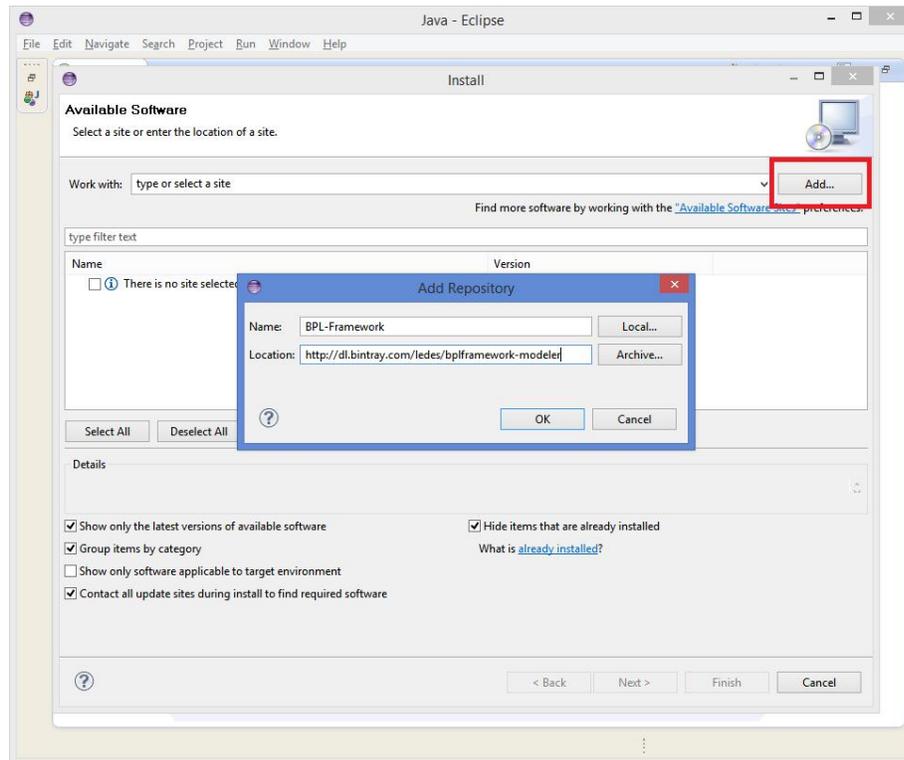
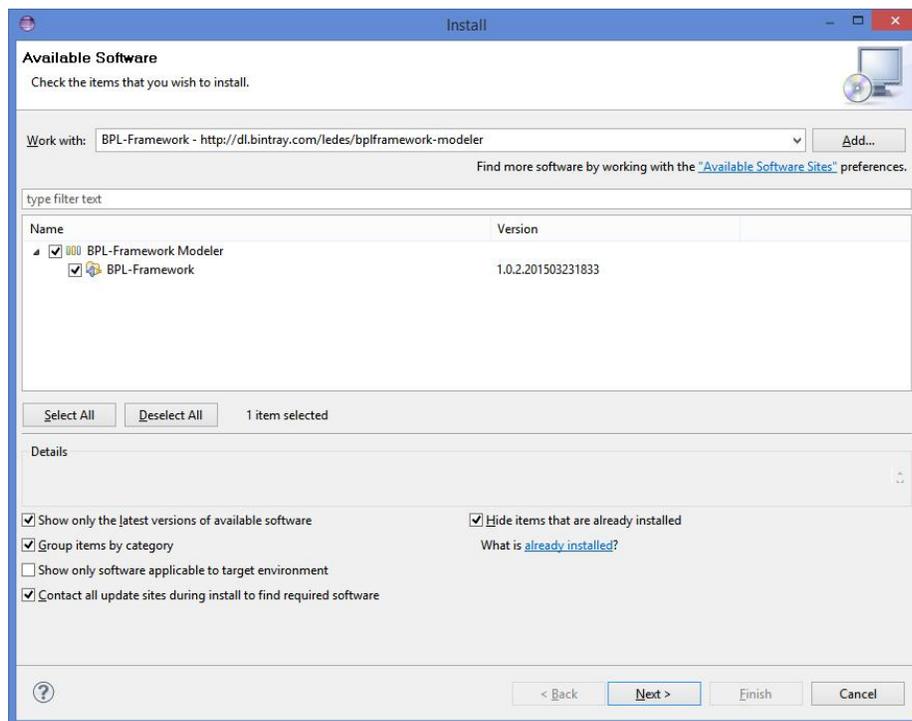


Figura K.12 – Instalação BPL-Framework (2).



Criando um projeto

Para acessar as funcionalidades do BPL-Framework basta acessar o menu do Eclipse *File -> New-> Other* e encontrar a opção “*BPL-Framework*”, conforme apresentado na Figura K.13. Para criar um projeto, selecione a opção “*BPL-Framework Project*” dentro do menu “*BPL-Framework*”. Feito isso, dê um nome para o projeto e selecione o local de destino (Figura K.14). Ao realizar esse passo, a ferramenta criará automaticamente as pastas “*BusinessProcessDiagram*”, “*BusinessProcessModelTemplate*” e “*FeatureModel*” (Figura K.15).

Figura K.13 – Menu BPL-Framework.

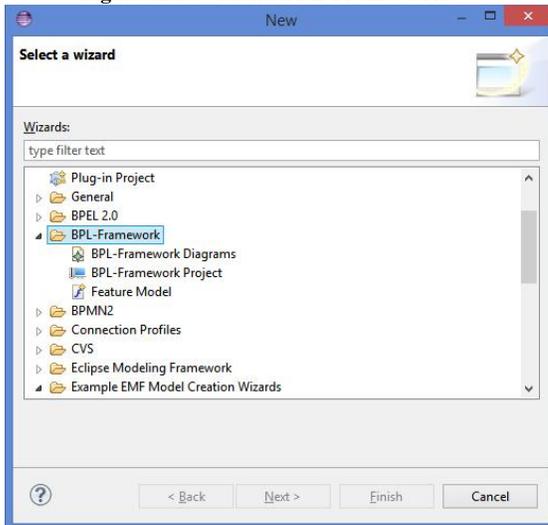


Figura K.14 – BPL-Framework Project.

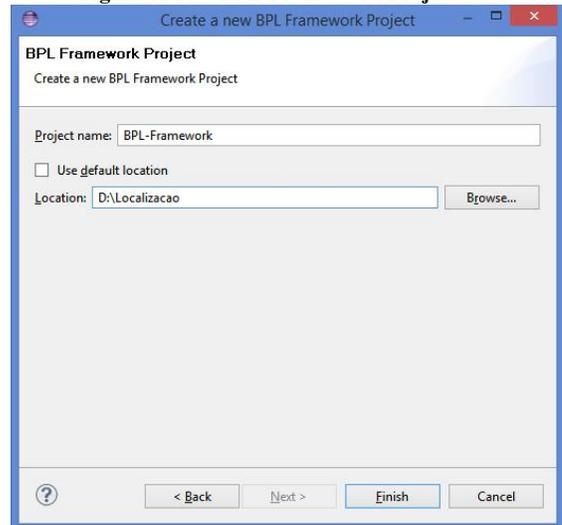
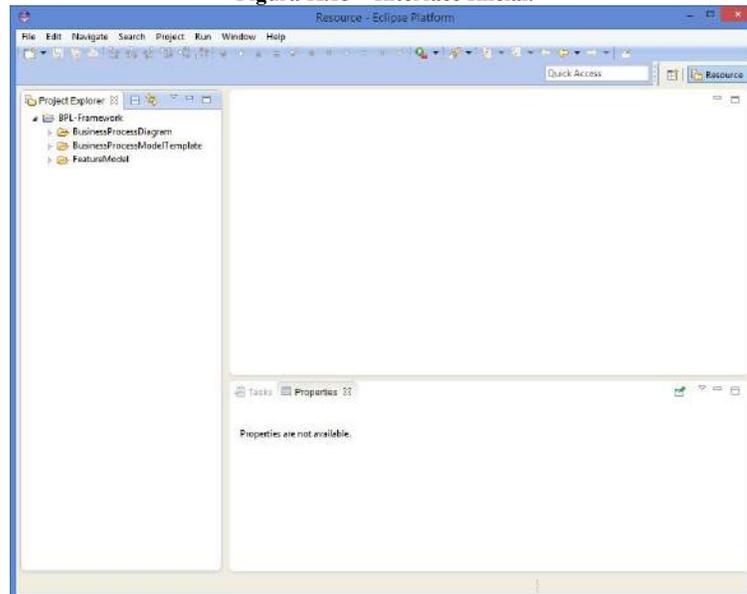


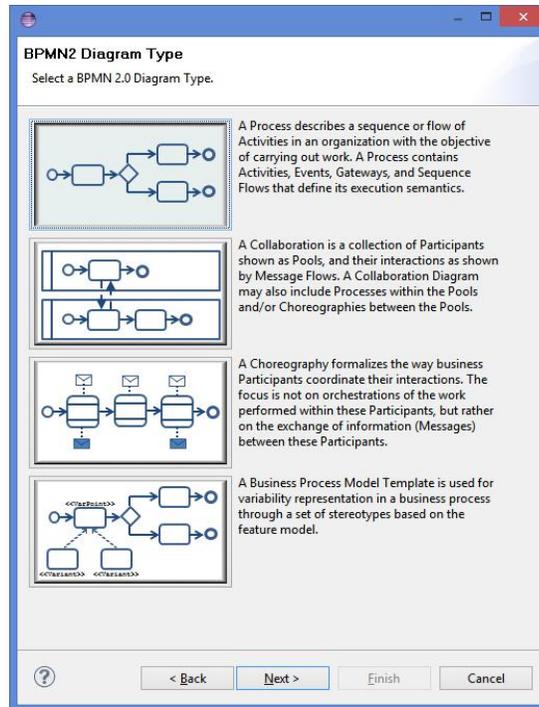
Figura K.15 – Interface Inicial.



Criar Diagrama de Processo de Negócio

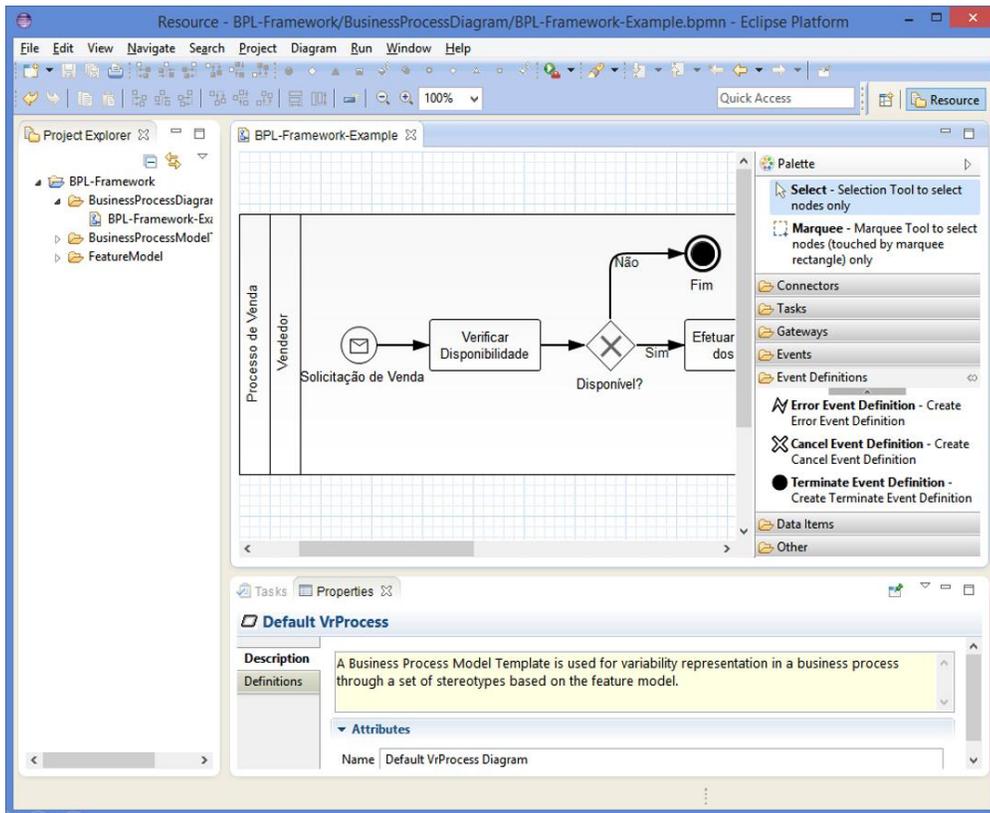
Para criar um Diagrama de Processo de Negócio (PDO ou instância), clique com o botão direito sobre a pasta “*BusinessProcessDiagram*”, depois clique em “*New -> Other -> BPL-Framework*”, na opção “*BPL-Framework Diagrams*” é possível selecionar o tipo de diagrama que será criado, neste caso a opção a ser selecionada é a primeira, conforme mostrado na Figura K.16. Nessa opção é possível selecionar o diagrama de processo de negócio ou até mesmo o Diagrama de Variabilidades do Processo de Negócio, o TMPN.

Figura K.16 – Opções do menu *BPL-Framework Diagrams*.



A Figura K.17 ilustra a interface gráfica da ferramenta, no canto direito, na “*Pallette*”, é possível observar as categorias de elementos BPMN, os elementos são adicionados arrastando-os da “*Pallette*” e soltando no modelo (parte quadriculada).

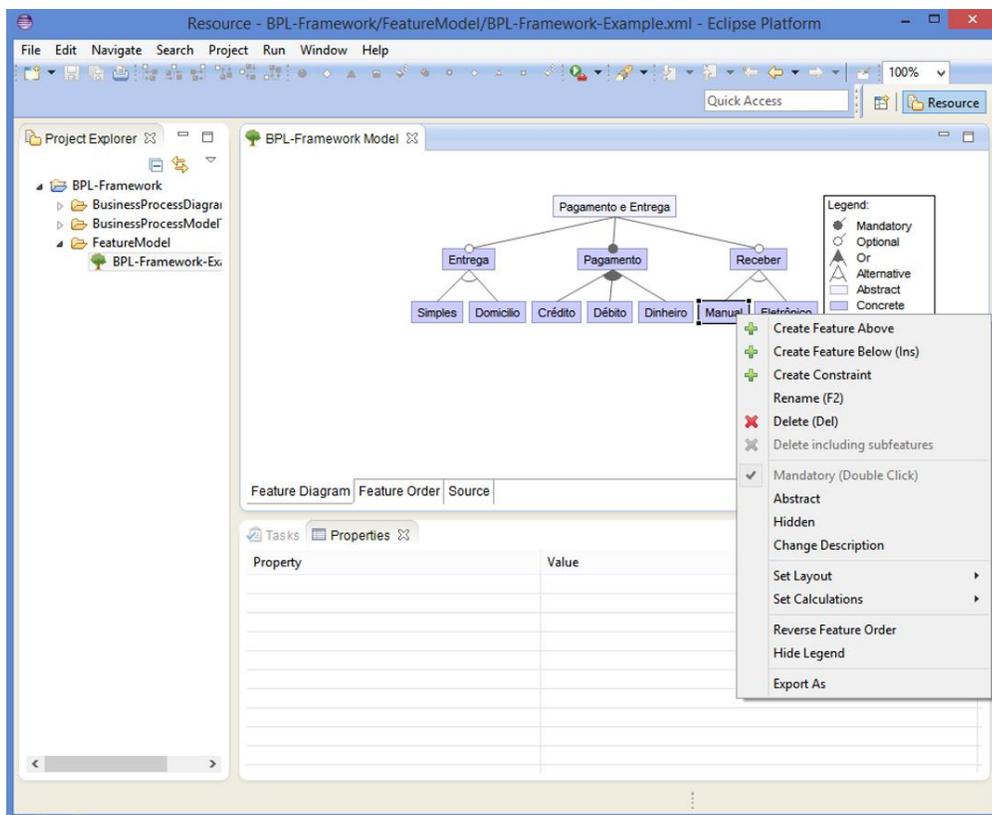
Figura K.17 – Interface gráfica para a elaboração de modelos de processo de negócios.



Criar Modelo de *Features* (Diagrama de Variabilidade)

Para criar um Modelo de *Features* (FM), clique com o botão direito sobre a pasta “*FeatureModel*”, depois clique em “*New -> Other -> BPL-Framework -> Feature Model*”, no botão “*Browse*”, selecione a pasta de destino e de um nome para o FM (o FM deve ter o mesmo nome que o Diagrama de Variabilidades do Processo (TMPN)). A Figura K.18 mostra a interface gráfica onde o FM é elaborado. Novas *features* são inseridas clicando com o botão direito do mouse em cima de uma *feature* já existente, nas opções “*Create feature above*” ou “*Create feature below*”, na primeira é inserida uma *feature* em cima da selecionada e na segunda embaixo, também podendo ser feita a inserção embaixo clicando no botão “*Insert*” do teclado.

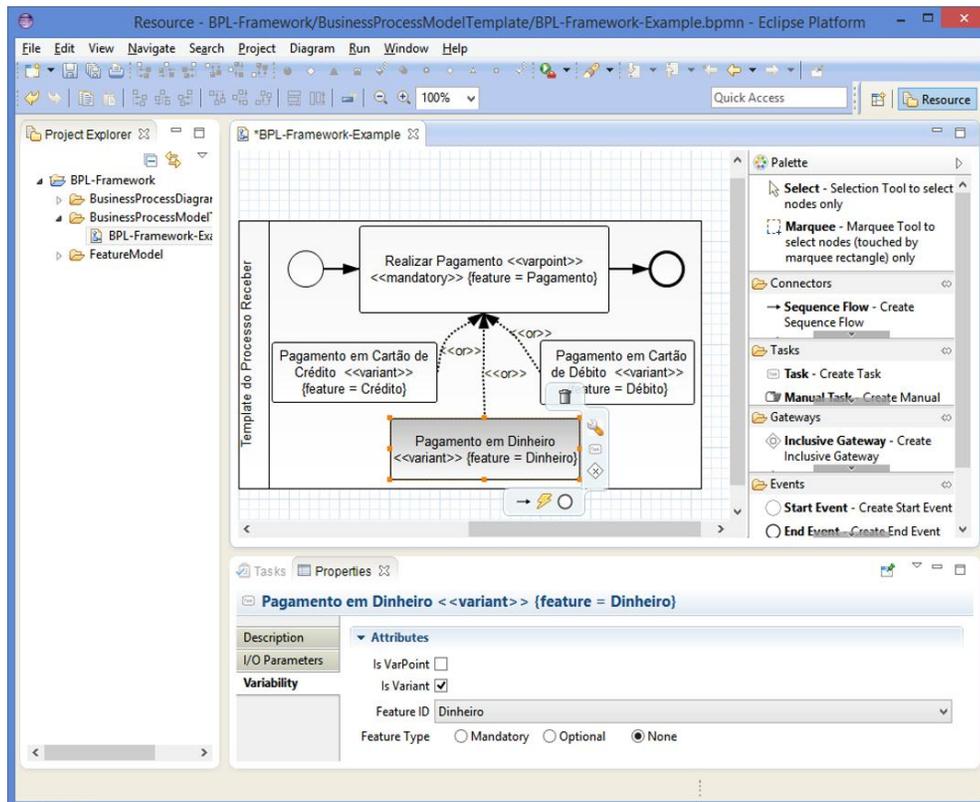
Figura K.18 – Interface gráfica para a elaboração de FMs.



Criar *Template* de Modelo de Processo de Negócio (TMPN)

Para criar um Diagrama de Processo de Negócio (PDO ou instância), clique com o botão direito sobre a pasta “*BusinessProcessModelTemplate*”, depois clique em “*New -> Other -> BPL-Framework*”, na opção “*BPL-Framework Diagrams*” é possível selecionar o tipo de diagrama que será criado, neste caso a opção a ser selecionada é a última (Figura K.16). Os atributos de variabilidade foram adicionados na aba “*Variability*”, conforme ilustrado na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, essa aba é visível somente no TMPN, as alterações feitas nas propriedades refletem tanto na interface gráfica, quanto no XML. Os estereótipos são adicionados após os *labels* dos elementos configurados.

Figura K.19 – Interface gráfica para a elaboração do TMPN.



A associação de variabilidade é criada automaticamente ao conectar uma variante com um ponto de variação utilizando um fluxo de seqüência, e os estereótipos referente ao mesmo já são adicionados automaticamente, de acordo com o tipo do ponto de variação (atributo VarPoint Type). Os estereótipos são adicionados automaticamente aos elementos por meio da aba “*Variability*”, que fica as propriedades de cada elemento (Botão direito no

elemento -> *Show Properties*). A identificação das *features* deve ser realizada por meio da *feature* correspondente no combo “*Feature ID*”. Após a configuração do ponto de variação ligar as variantes com o fluxo de sequência, ao fazer isso, automaticamente o BPL-Framework identifica que é uma associação de variabilidade, e adiciona o estereótipo automaticamente.

Para alterações nas configurações de um ponto de variação é necessário a remoção de todas as associações de variabilidades e fluxos de sequência devem ser.

Desinstalação

Para desinstalar o BPL-Framework basta clicar no menu “*Help -> About Eclipse*” (Figura K.20), em seguida clique em “*Installation Details*” (Figura K.21), selecione o BPL-Framework e clique em “*Uninstall*” (Figura K.22).

Figura K.20 – Desinstalação (Passo 1).

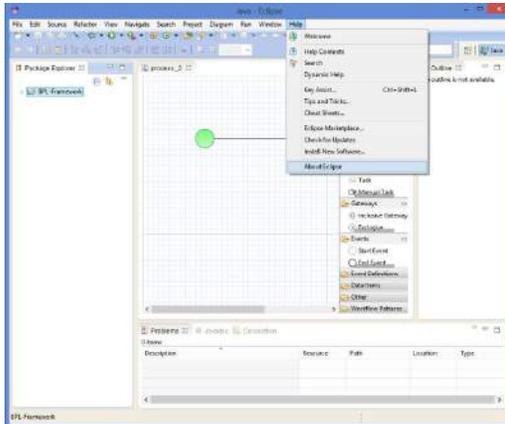


Figura K.21 – Desinstalação (Passo 2).



Figura K.22 – Desinstalação (Passo 3).

