

Delacyr Almeida Monteiro Ferreira

**Um Arcabouço Computacional de Apoio à  
Instanciação de Linhas de Processos de  
Negócios**

Campo Grande - MS

20 de fevereiro de 2017

Delacyr Almeida Monteiro Ferreira

## **Um Arcabouço Computacional de Apoio à Instanciação de Linhas de Processos de Negócios**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado *Strict Sensu* em Ciência da Computação, mantido pela Universidade Federal de 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).

Faculdade de Computação

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação

Orientadora: Profa. Dra. Maria Istela Cagnin Machado

Campo Grande - MS

20 de fevereiro de 2017

# Lista de ilustrações

|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1 – Elementos da notação BPMN (TERENCIANI, 2015).                                                                      | 21 |
| Figura 2.2 – Exemplo de processo privado (adaptado de OMG (2013)).                                                              | 22 |
| Figura 2.3 – Exemplo de processo público (adaptado de OMG (2013)).                                                              | 23 |
| Figura 2.4 – Relação entre variabilidade no mundo real e no modelo de um mundo real (adaptado de Pohl, Bockle e Linden (2005)). | 24 |
| Figura 2.5 – Processos do arcabouço de Pohl, Bockle e Linden (2005) (adaptado de Pohl, Bockle e Linden (2005)).                 | 25 |
| Figura 2.6 – Exemplo de modelo de <i>features</i> : <i>Feature</i> Pagamento e Entrega. (adaptado de Landre et al. (2014)).     | 26 |
| Figura 2.7 – TMPNs em BPMN*: Pagamento (a) e Entrega (b) (adaptado de Terenciani et al. (2015b)).                               | 28 |
| Figura 2.8 – Abordagem GLPN: Gestão de Linhas de Processos de Negócios (adaptado de Landre (2012), p. 42).                      | 29 |
| Figura 2.9 – Arquitetura conceitual do BPL-Framework 1.0 (Adaptado de Terenciani (2015)).                                       | 32 |
| Figura 2.10–Detalhes da categoria BPL-Framework no <i>wizard</i> do Eclipse.                                                    | 34 |
| Figura 2.11–Detalhes da categoria BPL-Framework no <i>wizard</i> do Eclipse.                                                    | 35 |
| Figura 2.12–Editor gráfico de elaboração do modelo de <i>features</i> .                                                         | 36 |
| Figura 2.13–Editor gráfico de elaboração do TMPN com ênfase no ponto de variação.                                               | 36 |
| Figura 2.14–Editor gráfico de elaboração do TPMN com ênfase na variante.                                                        | 37 |
| Figura 3.1 – Arquitetura conceitual do BPL-Framework 2.0                                                                        | 40 |
| Figura 3.2 – Estrutura de diretórios de uma LPN no BPL-Framework 1.0.                                                           | 41 |
| Figura 3.3 – Estrutura de diretórios de uma LPN no BPL-Framework 2.0.                                                           | 41 |
| Figura 3.4 – Menu BPL-Framework 2.0.                                                                                            | 42 |
| Figura 3.5 – <i>Wizard</i> para seleção do modelo de configuração.                                                              | 43 |
| Figura 3.6 – Exemplo de configuração com comunalidades e ponto de variação do tipo « <i>xor</i> ».                              | 44 |
| Figura 3.7 – Exemplo de configuração com pontos de variação do tipo « <i>or</i> ».                                              | 45 |
| Figura 3.8 – Aba <i>Instantiation</i> com atributos dos elementos.                                                              | 45 |
| Figura 3.9 – Exemplo de utilização do atributo <i>InstanceName</i> .                                                            | 46 |
| Figura 3.10–Exemplo de modelo de configuração com ponto de variação com valores de sequência distintos.                         | 46 |
| Figura 3.11–Exemplo de PDO de um ponto de variação com valores de sequência distintos.                                          | 46 |
| Figura 3.12–Exemplo de ponto de variação com valores de sequência iguais.                                                       | 47 |
| Figura 3.13–Propriedades de ponto de variação com <i>gateway OR</i> .                                                           | 47 |

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.14–Exemplo de PDO com <i>gateway</i> do tipo <i>OR (Inclusive)</i> . . . . .                         | 48  |
| Figura 3.15–Propriedades de ponto de variação com <i>gateway XOR</i> . . . . .                                | 48  |
| Figura 3.16–Exemplo de PDO com <i>gateway</i> do tipo <i>XOR (Exclusive)</i> . . . . .                        | 48  |
| Figura 3.17–Propriedades de ponto de variação com <i>gateway Parallel</i> . . . . .                           | 49  |
| Figura 3.18–Exemplo de PDO com <i>gateway</i> do tipo <i>Parallel</i> . . . . .                               | 49  |
| Figura 3.19–Exemplo de modelo de configuração com variabilidade em objeto de dados. . . . .                   | 50  |
| Figura 3.20–Exemplo de PDO com objeto de dados. . . . .                                                       | 50  |
| Figura 3.21–Botão com comando de instanciação de LPN. . . . .                                                 | 50  |
| Figura 3.22–Exemplo de notificação indicando pontos de variação não configurados. . . . .                     | 51  |
| Figura 3.23–Abordagem GLPN apoiada pelo BPL-Framework 2.0. . . . .                                            | 53  |
| Figura 4.1 – Identificação de <i>outliers</i> em relação ao tempo total da avaliação. . . . .                 | 63  |
| Figura 4.2 – Dispersão do tempo total de avaliação por avaliador. . . . .                                     | 64  |
| Figura 4.3 – Dispersão do tempo gasto pelo avaliador em cada tarefa. . . . .                                  | 65  |
| Figura 4.4 – Quantidade de erros encontrados nos modelos obtidos. . . . .                                     | 67  |
| Figura 4.5 – Número de avaliadores por grau de satisfação. . . . .                                            | 68  |
| Figura 4.6 – Grau de satisfação dos avaliadores referente à subcaracterística operacionalidade. . . . .       | 69  |
| Figura A.1 – Quantidade de publicações por ano e por tipo. . . . .                                            | 83  |
| Figura F.1 – Modelo de <i>Features</i> da LPN de Locação utilizado na avaliação do BPL-Framework 2.0. . . . . | 101 |
| Figura F.2 – TMPN da LPN de Locação utilizado na avaliação do BPL-Framework 2.0. . . . .                      | 102 |
| Figura G.1–Seleção da plataforma destino. . . . .                                                             | 103 |
| Figura G.2–Seleção do link para download. . . . .                                                             | 104 |
| Figura G.3–Executando o Eclipse. . . . .                                                                      | 104 |
| Figura G.4– <i>Install New Software</i> . . . . .                                                             | 105 |
| Figura G.5–Janela <i>Install New Software</i> . . . . .                                                       | 105 |
| Figura G.6–Instalação do <i>FeatureIDE</i> (1). . . . .                                                       | 106 |
| Figura G.7–Instalação do <i>FeatureIDE</i> (2). . . . .                                                       | 106 |
| Figura G.8–Termo de Licença. . . . .                                                                          | 107 |
| Figura G.9– <i>Security Warning</i> . . . . .                                                                 | 107 |
| Figura G.10–Instalação do BPL-Framework 2.0. . . . .                                                          | 108 |
| Figura H.1 – Importando um novo projeto para o Eclipse. . . . .                                               | 109 |
| Figura H.2 – Importando projetos existentes para o <i>Workspace</i> . . . . .                                 | 110 |
| Figura H.3 – Selecionando o projeto LPN Locação para importar para o Eclipse. . . . .                         | 110 |
| Figura H.4 – Exportando um projeto do Eclipse. . . . .                                                        | 111 |
| Figura H.5 – Exportando projetos existentes do Eclipse. . . . .                                               | 111 |
| Figura H.6 – Configurando a exportação de projetos existentes no Eclipse. . . . .                             | 112 |
| Figura H.7 – Local de armazenamento do Projeto LPN. . . . .                                                   | 112 |

|                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura H.8–Configurando a exportação de projetos existentes no Eclipse. . . . .                                           | 113 |
| Figura H.9–Criando modelo de configuração da LPN. . . . .                                                                 | 114 |
| Figura H.10–Wizard com opções do BPL-Framework. . . . .                                                                   | 115 |
| Figura H.11–Wizard para seleção do TMPN a ser configurado. . . . .                                                        | 115 |
| Figura H.12–Janela de configuração do BPMN2 Project Nature. . . . .                                                       | 116 |
| Figura H.13–Interface gráfica do ambiente de instanciação do BPL-Framework 2.0. .                                         | 117 |
| Figura H.14–Exemplo de Ponto de Variação do tipo «XOR». . . . .                                                           | 118 |
| Figura H.15–Configuração de variabilidade em pontos de variação do tipo «OR». . .                                         | 118 |
| Figura H.16–Comando para instanciar a LPN a partir do modelo de configuração<br>com as variabilidades resolvidas. . . . . | 119 |
| Figura H.17–Localização das pastas que conterão o modelo de configuração e o PDO<br>(instância da LPN). . . . .           | 119 |
| Figura I.1 – Atributos da classe <i>Activity</i> do metamodelo do EMF. . . . .                                            | 122 |
| Figura I.2 – Atributos da classe <i>ItemAwareElement</i> do metamodelo do EMF. . . . .                                    | 122 |

# Lista de tabelas

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 2.1 – Elementos da notação BPMN* (adaptado de Terenciani et al. (2015b)).                       | 28  |
| Tabela 4.1 – Nível de conhecimento dos avaliadores do BPL-Framework 2.0. . . . .                       | 60  |
| Tabela A.1 – Questões de pesquisa para a revisão sistemática. . . . .                                  | 78  |
| Tabela A.2 – <i>String</i> de busca padrão em inglês. . . . .                                          | 79  |
| Tabela A.3 – <i>String</i> de busca padrão em português. . . . .                                       | 79  |
| Tabela A.4 – Bases de busca nacionais e internacionais. . . . .                                        | 79  |
| Tabela A.5 – Conferências da área de interesse. . . . .                                                | 79  |
| Tabela A.6 – Critérios de inclusão adotados. . . . .                                                   | 80  |
| Tabela A.7 – Critérios de exclusão adotados. . . . .                                                   | 80  |
| Tabela A.8 – Sumarização dos resultados por base de busca. . . . .                                     | 81  |
| Tabela A.9 – Sumarização dos resultados excluídos por base de busca e critério de<br>exclusão. . . . . | 81  |
| Tabela A.10 – Resultado da busca em bases nacionais e internacionais. . . . .                          | 82  |
| Tabela A.11 – Formulário para extração dos dados dos trabalhos selecionados. . . . .                   | 84  |
| Tabela A.12 – Cobertura das abordagens dos estudos selecionados. . . . .                               | 85  |
| Tabela A.13 – Notações adotadas em cada estudo primário. . . . .                                       | 87  |
| Tabela I.1 – Métodos alterados/criados nas classes do BPMN2 Modeler. . . . .                           | 121 |
| Tabela I.2 – Métodos alterados/criados nas classes do BPMN2 Modeler (continuação).123                  |     |
| Tabela I.3 – Métodos alterados/criados nas classes do BPMN2 Modeler (continuação).124                  |     |
| Tabela I.4 – Métodos alterados/criados nas classes do BPMN2 Modeler (continuação).125                  |     |

# Lista de abreviaturas e siglas

|       |                                                        |
|-------|--------------------------------------------------------|
| BDE   | <i>Business Domain Engineering</i>                     |
| BPCIP | <i>Business Process Continuous Improvement Process</i> |
| BPE   | <i>Business Process Engineering</i>                    |
| BPFM  | <i>Business Process Family Management</i>              |
| BPL   | <i>Business Process Line</i>                           |
| BPLM  | <i>Business Process Lines Management</i>               |
| BPM   | <i>Business Process Management</i>                     |
| BPMF  | <i>Business Process Model Families</i>                 |
| BPMI  | <i>Business Process Modeling Initiative</i>            |
| BPML  | <i>Business Process Management Languages</i>           |
| BPMM  | <i>Business Process Maturity Model</i>                 |
| BPMN  | <i>Business Process Modeling and Notation</i>          |
| BPMT  | <i>Business Process Model Template</i>                 |
| CMM   | <i>Capability Maturity Model</i>                       |
| CMMI  | <i>Capability Maturity Model Integration</i>           |
| CPN   | Configurar Processos de Negócio                        |
| DPN   | Descobrir Processos de Negócio                         |
| EDN   | Engenharia de Domínio do Negócio                       |
| EKD   | <i>Enterprise Knowledge Development</i>                |
| ELPS  | Engenharia de Linha de Produtos de Software            |
| EMF   | <i>Eclipse Modeling Framework</i>                      |
| EPN   | Engenharia de Processo de Negócio                      |
| FACOM | Faculdade de Computação                                |

|      |                                                       |
|------|-------------------------------------------------------|
| GLPN | Gestão de Linhas de Processos de Negócio              |
| GQM  | <i>Goal-Question-Metric</i>                           |
| IDE  | <i>Integrated Development Environment</i>             |
| IEC  | <i>International Electrotechnical Commission</i>      |
| IPN  | Instância de Processo de Negócio                      |
| ISO  | <i>International Organization for Standardization</i> |
| LPN  | Linha de Processos de Negócio                         |
| LPS  | Linha de Produto de Software                          |
| OMG  | <i>Object Management Groups</i>                       |
| PDO  | <i>Product Development Organization</i>               |
| PN   | Processo de Negócio                                   |
| SOA  | <i>Service-oriented Architecture</i>                  |
| TMPN | <i>Template do Modelo de Processo de Negócio</i>      |
| UFMS | Universidade Federal de Mato Grosso do Sul            |
| UML  | <i>Unified Modeling Language</i>                      |
| WSDL | <i>Web Service Definition Language</i>                |
| XML  | <i>Extensible Markup Language</i>                     |
| YAWL | <i>Yet Another Workflow Language</i>                  |



# Sumário

|              |                                                                          |           |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>     | <b>INTRODUÇÃO</b>                                                        | <b>15</b> |
| <b>1.1</b>   | <b>Contextualização</b>                                                  | <b>15</b> |
| <b>1.2</b>   | <b>Justificativa e Motivação</b>                                         | <b>16</b> |
| <b>1.3</b>   | <b>Objetivos</b>                                                         | <b>17</b> |
| <b>1.4</b>   | <b>Organização do Texto</b>                                              | <b>17</b> |
| <b>2</b>     | <b>EMBASAMENTO TEÓRICO</b>                                               | <b>19</b> |
| <b>2.1</b>   | <b>Modelagem de Processos de Negócio</b>                                 | <b>19</b> |
| <b>2.2</b>   | <b>Linha de Processos de Negócios</b>                                    | <b>23</b> |
| <b>2.3</b>   | <b>Abordagem GLPN (Gestão de Linhas de Processos de Negócio)</b>         | <b>29</b> |
| <b>2.4</b>   | <b>BPL-Framework 1.0 - Módulo de Criação de LPNs</b>                     | <b>31</b> |
| <b>2.5</b>   | <b>Considerações Finais</b>                                              | <b>37</b> |
| <b>3</b>     | <b>EVOLUÇÃO DO BPL-FRAMEWORK PARA APOIAR A INSTAN-<br/>CIAÇÃO DE LPN</b> | <b>39</b> |
| <b>3.1</b>   | <b>Aspectos Funcionais</b>                                               | <b>39</b> |
| <b>3.2</b>   | <b>Decisões Arquiteturais e de Implementação</b>                         | <b>40</b> |
| <b>3.2.1</b> | Apoio Computacional para a Fase Configurar Processos de Negócio da GLPN  | 42        |
| <b>3.2.2</b> | Apoio Computacional para a Fase Resolver Variabilidades da GLPN          | 43        |
| <b>3.3</b>   | <b>Trabalhos e ferramentas relacionados</b>                              | <b>52</b> |
| <b>3.4</b>   | <b>Considerações Finais</b>                                              | <b>55</b> |
| <b>4</b>     | <b>AVALIAÇÃO DO BPL-FRAMEWORK</b>                                        | <b>57</b> |
| <b>4.1</b>   | <b>Estabelecer Requisitos de Avaliação e Especificar Avaliação</b>       | <b>57</b> |
| <b>4.2</b>   | <b>Projeto da Avaliação</b>                                              | <b>59</b> |
| <b>4.3</b>   | <b>Execução e Conclusão da Avaliação</b>                                 | <b>62</b> |
| <b>4.4</b>   | <b>Considerações Finais</b>                                              | <b>70</b> |
| <b>5</b>     | <b>CONCLUSÃO</b>                                                         | <b>71</b> |
| <b>5.1</b>   | <b>Contribuições</b>                                                     | <b>71</b> |
| <b>5.2</b>   | <b>Limitações</b>                                                        | <b>71</b> |
| <b>5.3</b>   | <b>Trabalhos Futuros</b>                                                 | <b>72</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS</b>                                                       | <b>74</b> |
|              | <b>APÊNDICE A – REVISÃO SISTEMÁTICA: ESTADO DA ARTE</b>                  | <b>78</b> |

|                                                                                  |                                           |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----|
| A.1                                                                              | Planejamento . . . . .                    | 78  |
| A.2                                                                              | Condução da Revisão Sistemática . . . . . | 80  |
| A.3                                                                              | Extração dos Dados . . . . .              | 83  |
| A.4                                                                              | Análise dos Resultados . . . . .          | 83  |
| APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE PERFIL DO PARTICIPANTE                                |                                           | 90  |
| APÊNDICE C – FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DO BPL-FRAMEWORK<br>2.0 . . . . .           |                                           | 94  |
| APÊNDICE D – SEQUÊNCIA DE TAREFAS DA AVALIAÇÃO DO<br>BPL-FRAMEWORK 2.0 . . . . . |                                           | 98  |
| APÊNDICE E – PROCESSO DE NEGÓCIO - ALUGUEL DE VES-<br>TIDO . . . . .             |                                           | 100 |
| APÊNDICE F – MODELO DE <i>FEATURES</i> E TMPN DA LPN DE<br>LOCAÇÃO . . . . .     |                                           | 101 |
| APÊNDICE G – MANUAL DE INSTALAÇÃO DO BPL-FRAMEWORK<br>2.0 . . . . .              |                                           | 103 |
| APÊNDICE H – MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO BPL-FRAMEWORK<br>2.0 . . . . .              |                                           | 109 |
| APÊNDICE I – ALTERAÇÕES REALIZADAS NO CÓDIGO DO<br>BPMN2 MODELER . . . . .       |                                           | 120 |

*À minha esposa Sandra,  
aos meus pais Walmir e Márcia,  
aos meus irmãos Denner e Alice,  
dedico este trabalho.*

# Agradecimentos

Agradeço à minha esposa Sandra, pelo amor, compreensão, cumplicidade e comprometimento que foram dedicados durante todos esses anos e por sempre confiar no meu potencial.

Aos meus pais Walmir e Márcia, por serem exemplos na minha vida, pelos conselhos transmitidos e apoio incondicional. Aos meus irmãos Denner e Alice, pelas manifestações de apoio e carinho.

Agradecimentos especiais à Argemira R. Barbosa (*in memoriam*) por me acolher como um filho.

A minha orientadora Professora Maria Istela, pelos ensinamentos, atenção, dedicação e confiança despendida ao longo deste trabalho.

Ao Geraldo Landre, Marcelo Terenciani e Robert Brodt pela contribuição técnica para a conclusão deste trabalho.

A todos os professores da FACOM e colegas de trabalho da UFGD por me apoiarem nessa jornada.

Às Professoras Débora M. B. Paiva e Rogéria C. G. de Souza pela atenção, direcionamentos e disponibilidade.

*“O estudo vale.”*  
Cláudio L. Lucchesi

# Resumo

A modelagem de processos de negócio possui grande importância no contexto organizacional, pois auxilia a definição de novos processos e o aprimoramento dos existentes para tornar as organizações mais competitivas e eficientes. O uso de técnicas de reúso de software no contexto de processos de negócio é um mecanismo para viabilizar o reúso eficiente de modelos de processos de negócio, como é o caso de Linhas de Processos de Negócio (LPN). O apoio computacional se torna importante no âmbito de LPN pois facilita a construção, instanciação e evolução das linhas, uma vez que os modelos criados são complexos devido às características inerentes ao domínio e ao dinamismo do negócio. Apesar da existência de diversas abordagens de LPN na literatura, há carência de técnicas e ambientes computacionais que apoiem o processo de instanciação de LPNs. O objetivo deste trabalho é aprimorar a abordagem de Gestão de Linhas de Processos de Negócios (GLPN) para tornar a instanciação de LPNs mais eficiente. Esse aprimoramento é alcançado no processo de Engenharia de Domínio do Negócio (EDN) da GLPN possibilitando a criação de um ou mais TMPNs para LPNs com processos de negócio mais complexos, além da substituição do formulário de configuração por um modelo de configuração criado no processo de Engenharia de Processo de Negócio (EPN), facilitando assim a reusabilidade das LPNs. Além disso, o BPL-Framework, ferramenta responsável pela construção de LPNs com base na abordagem GLPN, é evoluído obtendo-se o BPL-Framework 2.0 para contemplar também fases do processo de Engenharia de Processo de Negócio (EPN), responsáveis pela instanciação de LPNs. O BPL-Framework 2.0 é avaliado com base em requisitos de avaliação, definidos a partir da norma ISO/IEC 25000. Os resultados da avaliação indicam que o BPL-Framework 2.0 atende aos requisitos avaliados e propicia a instanciação de LPNs em conformidade com a abordagem GLPN com a acurácia, legibilidade e usabilidade adequadas, contribuindo também para a redução significativa no tempo de instanciação e de erros sintáticos, semânticos e de configuração das instâncias das LPNs.

**Palavras-chave:** *Linha de Processos de Negócio, Configuração, Instanciação, Ferramenta Computacional.*

# Abstract

The business process modeling has great importance in the organizational context, it assists in the definition of new processes and the improvement of existing ones to make more competitive and efficient organizations. The use of software reuse techniques in the context of business processes is a mechanism to enable efficient reuse of models of business processes, such as Business Process Lines (BPL). The computer support becomes important under BPL since it helps the construction, instancing and evolution of lines, since the created models are complex due to the inherent characteristics of the domain and the dynamic business. Despite the existence of various approaches BPL in the literature, there are few techniques and computing environments to support the BPL instantiation. The aim of this work is to improve the Business Process Lines Management (BPLM) approach to make the BPL instantiation more efficient. This improvement is achieved in BPLM's Business Domain Engineering (BDE) process, enabling the creation of one or more Business Process Model Template (BPMT) for BPLs with more complex business processes, besides replacing the configuration form with a configuration model created in the Business Process Engineering (BPE), thus facilitating the reusability of BPLs. In addition, the BPL-Framework, a tool responsible for the creation of BPLs based on BPLM approach, is evolved by obtaining the BPL-Framework 2.0 to also to look on BPE process phases, which are responsible for BPL instantiations. The BPL-Framework 2.0 is measured on the basis of evaluation requirements, defined from ISO/IEC 25000 standard. The assessment results point BPL-Framework 2.0 meets the requirements assessed and allows BPL instantiation in accordance with BPLM approach with accuracy, readability and usability, also contributing to the significant reduction in instantiation time and syntactic, semantic and configuration errors of BPL instances.

**Keywords:** *Business Process Line, Configuration, Instantiation, Computational Support.*

# 1 Introdução

## 1.1 Contextualização

A modelagem de processos de negócio possui grande importância no contexto organizacional, pois auxilia a compreensão e a otimização de processos de negócios existentes, e também a concepção de novos processos de negócios para tornar as organizações mais competitivas e eficientes (LAUDON; LAUDON, 2010). Além disso, os modelos resultantes da modelagem de processos de negócio fornecem apoio à Engenharia de Software durante a fase de Análise de Requisitos (WAZLAWICK, 2011) pois, como ajudam no entendimento do negócio, apoiam indiretamente na elicitação de requisitos funcionais e não-funcionais do sistema de software adequado para atender as necessidades dos clientes e usuários.

Segundo Esteras (2011), os modelos de processos de negócio são construídos por meio de linguagens de gerenciamento de processo de negócio (*Business Process Management Languages* - BPML) (BPMI, 2003), tais como *Enterprise Knowledge Development* (EKD) (BUBENKO Jr.; STIRNA; BRASH, 2001), *Yet Another Workflow Language* (YAWL) (AALST, 2013), *Business Process Modeling and Notation* (BPMN) (OMG, 2013), e Diagrama de Atividades da *Unified Modeling Language* (UML) (ERIKSSON; PENKER, 2000).

Ainda que a modelagem de processos de negócios seja importante, muitas organizações optam por não realizar essa prática devido ao tempo e custo para ser executada. Ladeira et al. (2008) afirmam que a reutilização de modelos de processos de negócios possibilita a redução de tempo e esforço na elaboração desse tipo de artefato, além de aumentar sua qualidade, uma vez que já foram testados previamente. Sob essa perspectiva, o uso de técnicas de reúso de software no contexto de processos de negócio é um mecanismo para viabilizar o reúso eficiente de modelos de processos de negócio, como é o caso de Linhas de Processos de Negócio (LPN) ou Famílias de Processos de Negócio.

A origem do termo LPN surgiu em 2006 a partir de estudos que propuseram a adaptação de conceitos de Linha de Produto de Software (LPS) (POHL; BOCKLE; LINDEN, 2005) para o contexto de processos de negócio, a fim de gerenciar um conjunto de processos de negócio semelhantes. A LPN representa um conjunto de processos de negócio estreitamente relacionados com variabilidades em suas características e contextos operacionais, ao invés de apenas um único processo de negócio (BOFFOLI et al., 2012).

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 abordagens têm como produto final o software (GIMENES; FANTINATO; TOLEDO,



2008; ROCHA, 2012), e outras o próprio modelo de processos de negócio (YE et al., 2007; OGNJANOVIC et al., 2012; BOFFOLI et al., 2012; LANDRE, 2012; ROLLAND; NURCAN, 2010; GOTTSCHALK; ROSA, 2010; COGNINI et al., 2015).

Os trabalhos encontrados na literatura não apresentam em detalhes como deve ocorrer a instanciação de LPNs, e poucos deles (OGNJANOVIC et al., 2012; PARK; YEOM, 2011; NUNES; WERNER; SANTORO, 2010; SCHNIEDERS; PUHLMANN, 2006; TERCENIANI et al., 2015b; KULKARNI; BARAT, 2011; LANDRE, 2012) gerenciam variabilidades, durante a criação da linha. Diferentemente dos trabalhos de Gottschalk e Rosa (2010) e Cognini et al. (2015) que possuem estratégias de instanciação de modelos de processos de negócio.

Salienta-se que como ocorre no contexto de LPS, o apoio computacional é também de extrema importância no âmbito de LPN, de forma a facilitar a criação, instanciação e evolução das linhas, pois em geral os modelos criados são complexos devido às características intrínsecas ao domínio e ao dinamismo do negócio. Em especial, este trabalho explora a instanciação de LPNs sob as perspectivas teórica e de apoio computacional.

## 1.2 Justificativa e Motivação

Os resultados obtidos por meio de revisão sistemática conduzida anteriormente (Apêndice A) mostram que, apesar da existência de diversas abordagens de LPN na literatura (OGNJANOVIC et al., 2012; YE et al., 2007; ROCHA, 2012; GIMENES; FANTINATO; TOLEDO, 2008), há uma carência de abordagens que tratem especificamente e com mais detalhamento do processo de instanciação de LPNs. Com esse levantamento foram encontrados poucos trabalhos (GIMENES; FANTINATO; TOLEDO, 2008; GOTTSCHALK; ROSA, 2010; COGNINI et al., 2015) que oferecem apoio computacional à gestão de LPNs e modelos de processo de negócio como instâncias da linha.

O foco deste trabalho é, em especial, na abordagem GLPN de Landre (2012), por ter sido definida pelo grupo de pesquisa em Engenharia de Software da Faculdade de Computação (Facom), da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

A GLPN tem por finalidade apoiar o ciclo de melhoria contínua dos processos de negócio, manter e reusar modelos de processos de negócio de organizações. Ela é composta por dois processos, a Engenharia de Domínio do Negócio (EDN) e a Engenharia de Processo de Negócio (EPN), responsáveis respectivamente pela criação e instanciação de LPNs. O processo EPN, que é de interesse deste trabalho, possui fases específicas para reusar os modelos de processos de negócio, com base nos artefatos elaborados durante a criação da linha, no processo EDN.

Terenciani (2015) propôs o desenvolvimento de um arcabouço computacional para

apoiar a elaboração de artefatos necessários para construção de LPNs em conformidade com o processo EDN da GLPN, denominado BPL-Framework, tornando-a dessa maneira uma abordagem apoiada computacionalmente.

## 1.3 Objetivos

Como forma de reduzir as carências observadas na literatura, este trabalho tem o objetivo de aprimorar as fases de instanciação de LPNs da abordagem GLPN e evoluir o BPL-Framework para contemplar a instanciação de LPNs com o apoio dessa abordagem, de forma a tornar a execução dessa fase menos trabalhosa e passível de erros. Os objetivos específicos para alcançar o objetivo geral deste trabalho são descritos a seguir:

- Criar artefatos específicos para apoiar a instanciação de LPNs com apoio do BPL-Framework a partir da adaptação de artefatos existentes da abordagem GLPN, tornando mais eficiente a gestão de LPNs;
- Aprimorar o módulo de apoio a construção de LPNs do BPL-Framework para representação de LPNs complexas, isto é, que são compostas por vários TMPNs;
- Incorporar novo módulo ao BPL-Framework, obtendo-se a versão 2.0 dessa ferramenta, para possibilitar a instanciação de LPNs, em conformidade com a GLPN; e
- Realizar avaliação do módulo de instanciação da ferramenta BPL-Framework 2.0, com base na sua acurácia, legibilidade e usabilidade, bem como na corretude das instâncias por ela geradas.

## 1.4 Organização do Texto

A escrita desta dissertação está organizada em mais quatro capítulos. No Capítulo 2 são apresentados os principais conceitos e definições sobre modelagem de processos de negócio e LPN que servem de base para o entendimento deste trabalho. São apresentados também os principais conceitos da abordagem GLPN e da ferramenta BPL-Framework 1.0, de interesse deste trabalho. No Capítulo 3 é apresentado o BPL-Framework 2.0, um *plugin* de código aberto baseado na IDE Eclipse que objetiva oferecer um ambiente computacional para a instanciação de LPNs em conformidade com a GLPN. No Capítulo 4 é apresentada uma avaliação do módulo de instanciação da ferramenta BPL-Framework 2.0 com base na ISO/IEC 25040 (ISO, 2011a) e na ISO/IEC 25010 (ISO, 2011b). No Capítulo 5, é apresentada a conclusão deste trabalho, discutindo as principais contribuições, limitações e sugestões de trabalhos futuros. No Apêndice A é mostrada uma revisão sistemática sobre abordagens de gestão de LPNs, focando especialmente no apoio computacional fornecido e nos mecanismos utilizados pelas abordagens para realizar a instanciação desse tipo

de linha. Nos Apêndices B, C, D, E, F, G e H são mostrados os artefatos utilizados na condução da avaliação do BPL-Framework 2.0. Também consta no Apêndice I a descrição das modificações realizadas no *plugin* BPMN2 Modeler (GILLE, 2013) para atender os objetivos especificados, bem como o manual de instalação e utilização do BPL-Framework 2.0.

## 2 Embasamento Teórico

Neste capítulo são apresentados as definições e os conceitos necessários para o entendimento e desenvolvimento deste trabalho de mestrado.

Na Seção 2.1 são apresentados os principais conceitos e definições sobre modelagem de processos de negócio, notação BPMN, seu histórico, o diagrama de processos e seus principais elementos. Na Seção 2.2 são apresentados os conceitos sobre LPNs, seu surgimento e como foi adaptada para o contexto de processos de negócio, bem como algumas abordagens para representação de linhas de processos de negócio, além da notação BPMN\*, como ela foi concebida e seus principais elementos, por ser a notação para representação de variabilidades em modelos de processos de negócios utilizada pela abordagem GLPN. Na Seção 2.3 é apresentada a abordagem GLPN, seus objetivos e processos que a compõe. Na Seção 2.4, apresenta-se o BPL-Framework 1.0, e a descrição do módulo de criação de LPNs. Por fim, na Seção 2.5 são apresentadas as considerações finais do capítulo.

### 2.1 Modelagem de Processos de Negócio

Para compreender o conceito de modelagem de processos de negócio é necessário entender dois outros conceitos importantes: processos de negócio e modelo de processos de negócio.

White e Miers (2008) afirmam que há diversas definições de processos de negócio. Considerando que em uma organização há muitos tipos de processos, e que a maioria dos processos necessitam de algum tipo de entrada (eletrônica ou física), consomem recursos e produzem algum tipo de saída (eletrônica ou física), os autores definem que um processo de negócio representa uma coleção de atividades inter-relacionadas, que visam atingir um objetivo particular.

Alguns processos de negócio são formais, repetitivos, bem estruturados e até mesmo automatizados, sendo denominados procedimentos. Outros processos de negócio são informais, flexíveis, imprevisíveis e difíceis de definir ou repetir; nesse caso são denominados como práticas (WHITE; MIERS, 2008).

Segundo Dumas et al. (2013), um processo de negócio envolve diversos eventos e atividades. Eventos correspondem a coisas que acontecem atômicamente, ou seja, elas não possuem duração. Exemplificando, a chegada de um equipamento em um laboratório de informática é um evento. Esse evento pode desencadear a execução de uma série de atividades. Por exemplo, quando a peça de um equipamento chega ao laboratório, o técnico a inspeciona. Essa inspeção é uma atividade, pois é necessário certo período de tempo

para ser concluída. Além de eventos e atividades, Dumas et al. (2013) asseguram que um processo de negócio típico também envolve pontos de decisão, atores, e finalmente um resultado, podendo ser bem sucedido ou mal sucedido.

Em nível organizacional, processos de negócio são essenciais para entender como as empresas funcionam, e também desempenham um papel importante no *design* e no desenvolvimento de sistemas de informação flexíveis. Esses sistemas de informação devem oferecer uma plataforma que possibilite a criação de novas funcionalidades e devem permitir a adaptação de funcionalidades existentes para atender às novas exigências do mercado (WESKE, 2012).

Após as primeiras considerações acerca de processos de negócio, seus elementos e interações, convém abordar algumas definições acerca de modelo de processos de negócio.

Um modelo de processos de negócio é o artefato central no contexto de modelagem de processos de negócio, e é o resultado do mapeamento de um processo de negócio percebido por um analista de negócio. O processo de negócio pode ser um processo do mundo real ou concebido por um modelador. Como resultado da subjetividade e variações de percepções de diferentes modeladores, a criação de um modelo pode ser considerada uma tarefa complexa (POHL; BOCKLE; LINDEN, 2005). Assim, de acordo com Aalst (2013), a modelagem de processos de negócios descreve a atividade de identificação e especificação de processos de negócio.

Para realizar a modelagem de processos de negócio de maneira adequada é necessário utilizar uma técnica de modelagem, que é dividida em uma linguagem de modelagem e um procedimento de modelagem. De acordo com Karagiannis e Kühn (2002), um procedimento de modelagem descreve os passos aplicados a uma linguagem de modelagem para criar modelos.

Harel e Rumpe (2000) subdividiram a linguagem de modelagem em três partes: sintaxe, semântica e notação. A sintaxe define um conjunto de construções e regulamentos sobre como essas construções podem ser combinadas. A semântica associa as construções com um significado. A notação define um conjunto de símbolos para a representação gráfica das construções previamente especificadas. Atualmente, a linguagem de modelagem de processos de negócio mais utilizada (CHINOSI; TROMBETTA, 2012) é a *Business Process Modeling and Notation* (BPMN) (OMG, 2013) e é de interesse deste trabalho, pois é utilizada pela GLPN.

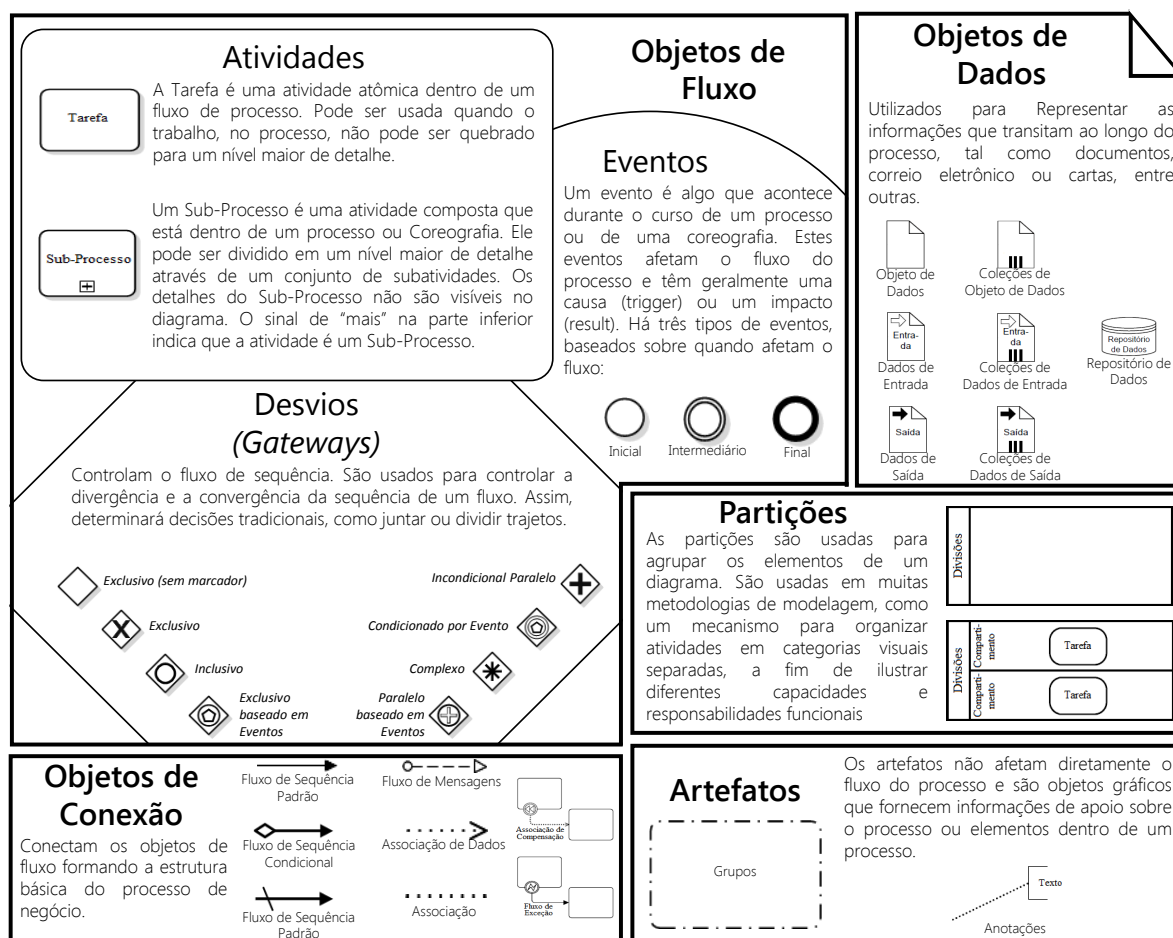
A notação BPMN (OMG, 2013) foi concebida em 2004 pela *Business Process Modeling Initiative* (BPMI), inspirada no diagrama de atividades da *Unified Modeling Language* (UML) (ERIKSSON; PENKER, 2000) e mantida desde 2006 pela *Object Management Groups* (OMG). O principal objetivo da BPMN é fornecer uma notação que seja facilmente compreendida por todos os usuários, pelos analistas de negócio, pelos desenvolvedores

técnicos, responsáveis por implementar a tecnologia que executará os processos e pelas pessoas que irão gerenciar e monitorar os processos.

OMG (2013) afirma que uma das diretrizes do desenvolvimento da BPMN é oferecer um mecanismo simples e de fácil entendimento para criação de modelos de processos de negócio e, ao mesmo tempo, lidar com a complexidade inerente aos processos de negócio. A abordagem utilizada para lidar com esses requisitos foi prover um conjunto de elementos gráficos para que o leitor de um diagrama BPMN possa reconhecer os tipos básicos de elementos e compreender o diagrama.

Os elementos da BPMN são divididos em cinco categorias básicas: objetos de fluxo, objetos de dados, objetos de conexão, partições e artefatos conforme ilustrados na Figura 2.1. De acordo com a OMG (2013), existem quatro tipos básicos de diagramas que podem ser representados pela BPMN: processo, coreografia, colaboração e conversação. Enfatiza-se neste trabalho o diagrama de processo, pois é o diagrama de interesse deste trabalho, uma vez que a GLPN considera apenas este tipo de diagrama. São apresentados a seguir os elementos e o diagrama de processo da BPMN 2.0.2.

Figura 2.1 – Elementos da notação BPMN (TERENCIANI, 2015).



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 (*gateway*). Um

evento é algo que acontece durante um processo. Estes eventos afetam o fluxo do modelo e normalmente possuem uma causa (*trigger*) ou um impacto (resultado). Há três tipos de eventos: evento de início, evento intermediário e evento de fim. Uma atividade é um objeto de fluxo que o ator ou participante executa. São representados por retângulos arredondados e podem se subdividir em tarefas (atividades atômicas) e subprocessos (atividades não atômicas). Desvios são utilizados para controlar a convergência e a divergência de fluxos de sequência em um processo. São os desvios que determinarão caminhos de ramificações (*branching*), bifurcações (*forking*), fusões (*merging*) e junções (*joining*) no diagrama.

Os objetos de dados podem fornecer determinada informação sobre o que a atividade necessita para ser realizada e o que a atividade produz. Um objeto de dado pode ser único ou uma coleção de objetos de dados, sendo possível representar ambas as situações na notação BPMN.

Objetos de conexão são maneiras de conectar os objetos de fluxo uns aos outros, ou a outras informações. Os objetos de conexão facilitam o entendimento da sequência em que as atividades são executadas.

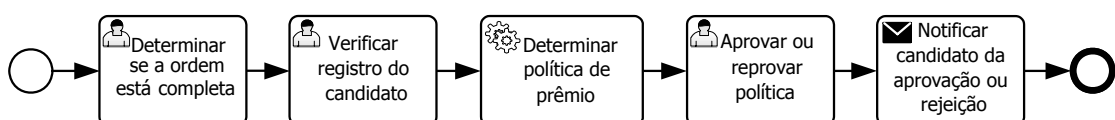
Os elementos de um diagrama BPMN podem ser agrupados e para isso são usadas as partições que possuem o objetivo de ilustrar diferentes capacidades e responsabilidades funcionais (WESKE, 2012). Existem dois tipos de partições: as divisões e os compartimentos.

Os artefatos não afetam diretamente o fluxo do processo e servem para fornecer informações adicionais sobre processos. Os possíveis artefatos são: agrupamento e anotação de texto.

Os diagramas de processo são elaborados com base nos elementos supramencionados da notação BPMN. Esse tipo de diagrama de processo é utilizado para representar modelos de processos. Os processos também podem ser chamados de orquestrações, e são classificados em processos privados e processos públicos.

Na Figura 2.2 é mostrado um processo privado, que descreve o processo de premiação de um candidato. Os processos privados possuem o propósito de focar no funcionamento interno de uma organização. O ícone superior esquerdo apresenta uma informação a mais sobre a atividade.

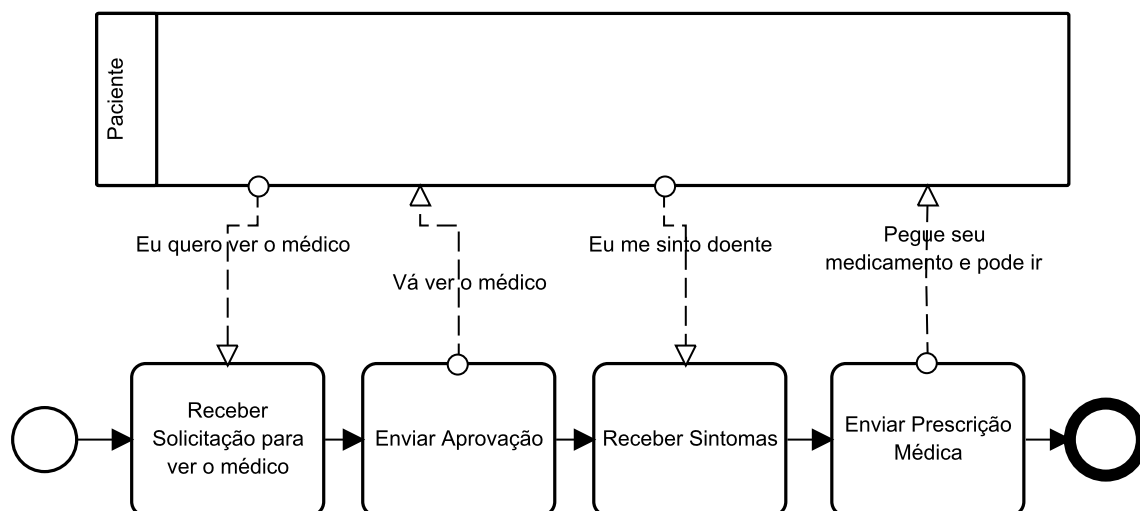
Figura 2.2 – Exemplo de processo privado (adaptado de OMG (2013)).



Um processo público representa as interações entre um processo privado e outros processos ou participantes. Em um processo público são incluídas somente as atividades

utilizadas para se comunicar com outros participantes. Todas as outras atividades internas do processo privado não são mostradas no processo público. 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.

Figura 2.3 – Exemplo de processo público (adaptado de OMG (2013)).



## 2.2 Linha de Processos de Negócios

A origem do termo Linha de Processos de Negócios surgiu da adaptação de conceitos de Linha de Produto de Software (LPS) para o contexto de processos de negócios. Segundo Ouali, Kraiem e Ghezala (2011), a definição do termo Família ou Linha de Produto de Software evoluiu de uma definição de reuso convencional para uma derivação de um produto comum único.

O termo LPS foi proposto em 1976 por Parnas (1976). Esse autor afirma que “um conjunto de programas constituirá uma linha de produto de software sempre que for vantajoso analisar os programas do conjunto, estudando primeiramente as características comuns do conjunto e, em seguida, determinando suas características individuais”, ou seja, quando o conjunto de programas pertencer ao mesmo domínio, este poderá ser definido como uma linha de produto de software.

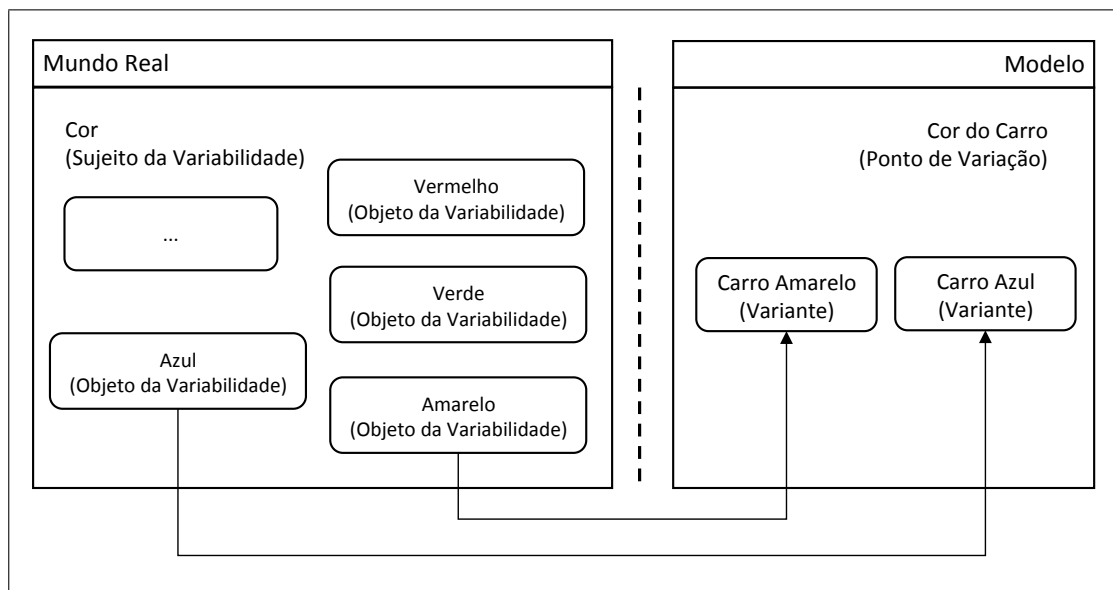
O conjunto de características comuns (comunalidades) e as que podem ser alteradas (variabilidades) é um dos conceitos importantes de uma LPS. O grau de comunalidade é necessário de forma a ser possível a aplicação de métodos de desenvolvimento de linha de produto de software. Quando os produtos são muito distintos entre si, a sobrecarga de descrevê-los como membros de uma única LPS é muito alta para se obter benefícios substanciais através dessa técnica de reuso (OUALI; KRAIEM; GHEZALA, 2011).



Variabilidade é a habilidade de um sistema ser eficientemente estendido, alterado, customizado ou configurado para uso em um contexto particular (OUALI; KRAIEM; GHEZALA, 2011).

Segundo Pohl, Bockle e Linden (2005) a variabilidade é composta pelo ponto de variação e pelas variantes, sendo o primeiro uma representação do sujeito da variabilidade, e o segundo uma representação do objeto da variabilidade, ambos limitados ao contexto do domínio da linha de produto. Como exemplo, o sujeito da variabilidade “cor”, como é apresentado na Figura 2.4, possui vários objetos da variabilidade (verde, amarelo, azul, vermelho, etc). Uma empresa automotiva quer construir carros de diferentes cores, portanto um ponto de variação “cor do carro” é definido. Se a empresa quer carros da cor azul e amarelo, então somente as variantes “(carro) azul” e “(carro) amarelo” são definidas e estão representadas à direita da Figura 2.4. Outros objetos da variabilidade (verde, etc) não são considerados como variantes nesse caso.

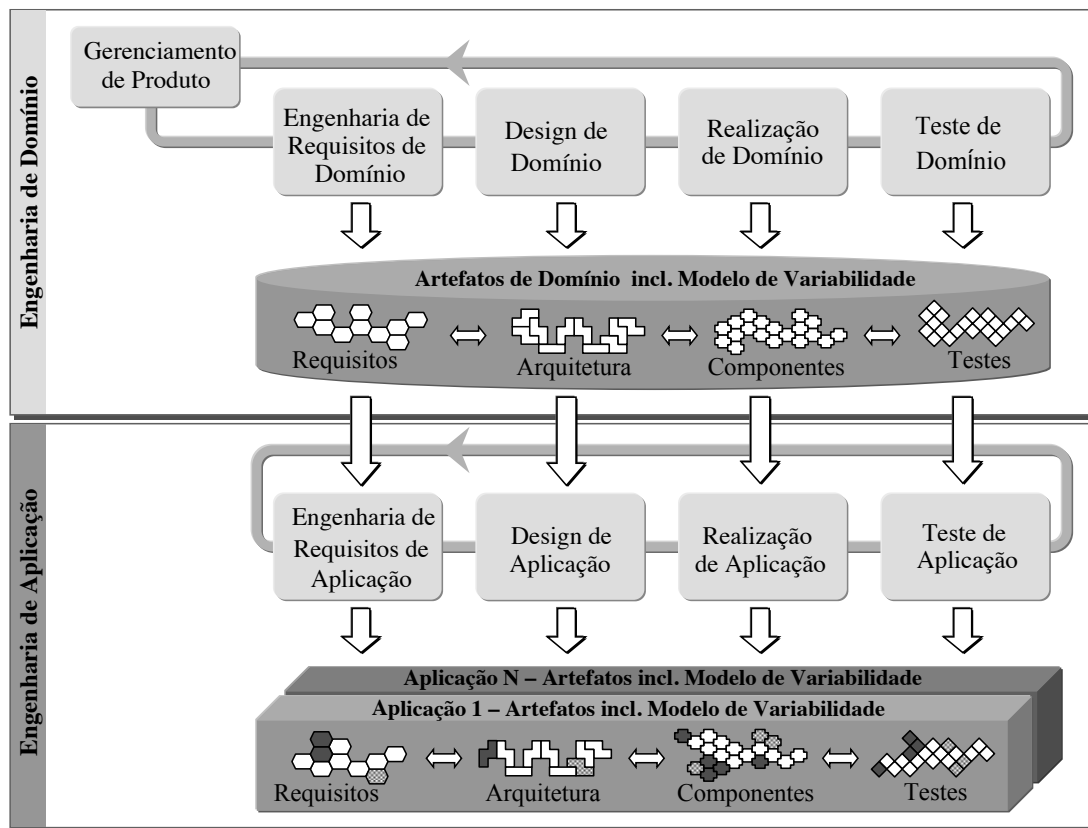
Figura 2.4 – Relação entre variabilidade no mundo real e no modelo de um mundo real (adaptado de Pohl, Bockle e Linden (2005)).



Do ponto de vista de desenvolvimento de LPS, Pohl, Bockle e Linden (2005) propõem um arcabouço para LPS, conforme ilustrado na Figura 2.5, composto por dois processos: Engenharia de Domínio e Engenharia de Aplicação. A Engenharia de Domínio é responsável por garantir que a variabilidade disponível é apropriada para produção das aplicações, ou seja, esse processo é responsável pelo gerenciamento das variabilidades de todos os artefatos de software da LPS. O processo de Engenharia de Aplicação consiste, em grande parte, na exploração das comunalidades e variabilidades durante o desenvolvimento de um produto final da LPS.

De acordo com Pohl, Bockle e Linden (2005), a variabilidade de uma LPS é modelada de modo que permita o desenvolvimento de aplicações customizadas por meio

Figura 2.5 – Processos do arcabouço de Pohl, Bockle e Linden (2005) (adaptado de Pohl, Bockle e Linden (2005)).



de artefatos predefinidos e ajustáveis. Dessa forma, a variabilidade de uma LPS distingue diferentes aplicações da linha de produto.

Para apoiar a reutilização eficiente de modelos de processos de negócio, os conceitos de LPS foram adaptados para o contexto de processos de negócio com o objetivo de administrar um conjunto de processos de negócio similares, assim dando origem ao termo Linha de Processos de Negócio (LPN) ou Família de Processos de Negócio.

Gröner et al. (2013) define LPN como um conceito baseado em princípios bem estabelecidos da Engenharia de Linha de Produtos de Software (ELPS). Basicamente, uma LPN é composta por três artefatos: um modelo de variabilidades, no qual as variabilidades de todos os processos de negócio que compõe a LPN são representadas; um *Template* de Modelo de Processos de Negócio (TMPN), que representa o fluxo dos processos, bem como a localização dos pontos de variação e suas variantes; e por último um mapeamento entre o modelo de variabilidade e o TMPN, representando a rastreabilidade entre eles.

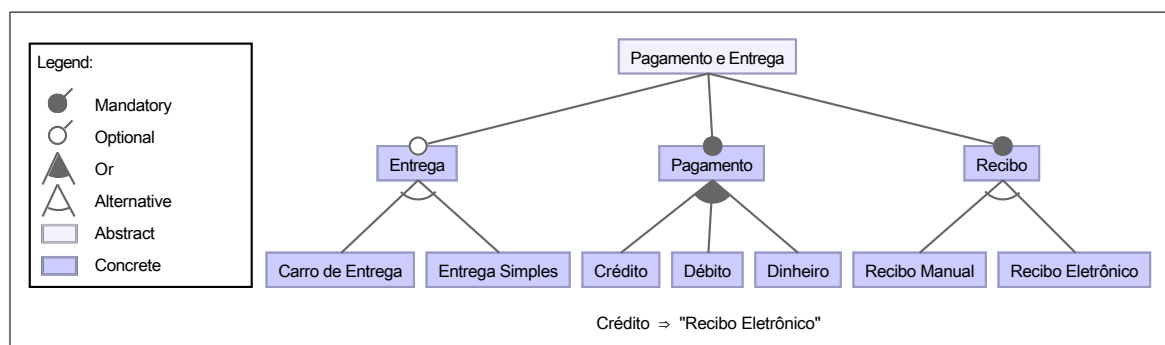
No contexto de modelagem de LPNs, existem diversas abordagens na literatura para representação de linhas de processos de negócio. Entre elas, duas técnicas amplamente utilizadas são: *Feature Model* (FM) (KANG et al., 1990), geralmente utilizada para representar comunicações e variabilidades em LPN, e BPMN (*Business Process Model*

and Notation) (CHINOSI; TROMBETTA, 2012), considerada como uma das técnicas mais adequadas para descrever processos de negócio.

Kang et al. (1990) afirmam que o propósito da análise de *features* é capturar em um modelo o entendimento de usuários finais das capacidades gerais de aplicações em um domínio. Desde que o interesse primário esteja na comunalidade de uma família de aplicações, o modelo de *features* representa as características comuns e específicas de um conjunto de aplicações de um domínio (KANG et al., 1990). Para isso, além de possuir elementos para representar pontos de variação e variantes, representam dependências e também restrições de variabilidade. As dependências definem como um ponto de variação se relaciona com suas variantes e que por sua vez se relacionam entre si, sendo que uma variante pode ser mandatória, opcional ou alternativa. Além da dependência que um ponto de variação e suas variantes possuem entre si, variantes podem depender de outros pontos de variação ou de outras variantes de outros pontos de variação (POHL; BOCKLE; LINDEN, 2005).

Na Figura 2.6 é ilustrado o modelo de *features* do subdomínio “Pagamento e Entrega”. É possível observar três pontos de variação: (1) “Entrega”, que é opcional e possui duas variantes associadas por meio do relacionamento alternativo: “Carro de Entrega” e “Entrega Simples”, o que indica que somente uma das variantes deve ser selecionada; (2) “Pagamento”, que é obrigatória e possui três variantes associadas por meio do relacionamento opcional (<<or>>): “Crédito”, “Débito” e “Dinheiro”, o que indica que uma ou mais variantes deverão ser selecionadas; e (3) “Recibo”, que é obrigatória e possui duas variantes associadas por meio do relacionamento alternativo: “Recibo Eletrônico” e “Recibo Manual”. Ainda é possível observar a restrição de variabilidade do tipo “Inclusão” entre a variante “Crédito” e a variante “Recibo Eletrônico”, a qual indica que se a variante “Crédito” for selecionada, a variante “Recibo Eletrônico” deve ser selecionada também.

Figura 2.6 – Exemplo de modelo de *features*: *Feature* Pagamento e Entrega. (adaptado de Landre et al. (2014)).



Gröner et al. (2013) utiliza a BPMN para especificar *templates* de modelos de processos de negócio, porém ela não possui elementos específicos para explicitar as comunalidades e as variabilidades da LPN no TMPN. Como não há um consenso na literatura

sobre a técnica ou notação mais adequada para representação de variabilidades em modelos de processos de negócio, Terenciani et al. (2015b) propuseram a notação BPMN\* com o objetivo de simplificar a modelagem de variabilidades em modelos de processos de negócio e afirmam que, uma vez que os elementos da notação são baseados no modelo de *features*, isto torna sua curva de aprendizado menor, consequentemente uma elaboração de TMPN com menor quantidade de erros.

Na Tabela 2.1 são apresentados os elementos adicionados ao BPMN para a representação de variabilidades em modelos de processos de negócio.

Durante a concepção do BPMN\* foram adicionados seis estereótipos ( $\ll varpoint \gg$ ,  $\ll variant \gg$ ,  $\ll mandatory \gg$ ,  $\ll optional \gg$ ,  $\ll or \gg$  e  $\ll xor \gg$ ) e um elemento (associação de variabilidade) ao BPMN, correspondentes aos principais elementos do modelo de *features*. Adicionalmente, foi acrescentada uma *tagged value (feature)* para possibilitar a rastreabilidade entre o TMPN e o modelo de *features*.

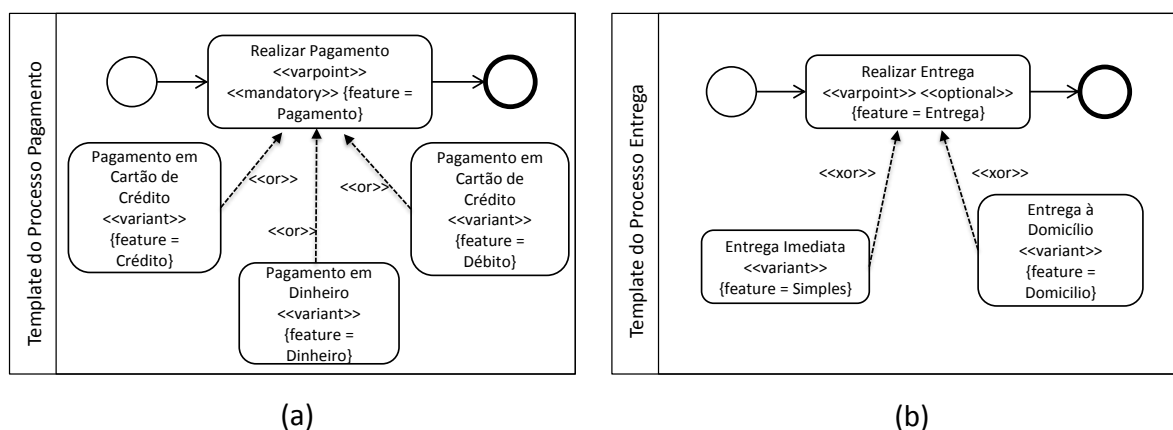
Na Figura 2.7(a) é apresentado o ponto de variação “Pagamento” utilizando BPMN\*. O estereótipo  $\ll varpoint \gg$  indica que a atividade “Realizar pagamento” corresponde a um ponto de variação e a *tagged value feature* indica o nome da variabilidade correspondente no modelo de variabilidades, possibilitando a rastreabilidade entre o modelo de *features* (Figura 2.6) e o TMPN (Figura 2.7(a)). As variantes são identificadas pelo estereótipo  $\ll variant \gg$  e estão associadas ao ponto de variação através da associação de variabilidade com o estereótipo  $\ll or \gg$ , que indica o mesmo comportamento do modelo de *features*. O estereótipo  $\ll mandatory \gg$  indica que a atividade é obrigatória, porém este estereótipo pode ser omitido.

A Figura 2.7(b) é a representação do ponto de variação “Entrega” em BPMN\*. O estereótipo  $\ll optional \gg$  adicionados à *label* da atividade “Realizar Entrega” indica que é um ponto de variação opcional. O estereótipo  $\ll xor \gg$  adicionado à associação de variabilidade indica que somente uma das variantes deve ser selecionada durante a instanciação da LPN.

Tabela 2.1 – Elementos da notação BPMN\* (adaptado de Terenciani et al. (2015b)).

| Elementos                                                                         | Descrição                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Elemento gráfico denominado “Associação de Variabilidade” utilizado para representar a associação entre um ponto de variação e sua variante.                                                                           |
| <code>&lt;&lt;varpoint&gt;&gt;</code>                                             | Estereótipo utilizado na identificação de pontos de variação, ou seja, onde a variabilidade ocorre.                                                                                                                    |
| <code>&lt;&lt;variant&gt;&gt;</code>                                              | Estereótipo utilizado na identificação de variantes, ou seja, possíveis resoluções de pontos de variação. Uma variante sempre estará associada à um ponto de variação através do elemento Associação de Variabilidade. |
| <code>&lt;&lt;mandatory&gt;&gt;</code>                                            | Estereótipo utilizado para identificar pontos de variação que devem ser obrigatoriamente resolvidos. Este estereótipo pode ser omitido.                                                                                |
| <code>&lt;&lt;optional&gt;&gt;</code>                                             | Estereótipo utilizado para identificar os pontos de variação que possuem um comportamento opcional.                                                                                                                    |
| <code>&lt;&lt;or&gt;&gt;</code>                                                   | Estereótipo adicionado ao elemento Associação de Variabilidade para identificar o comportamento do ponto de variação. Neste caso, indica que uma ou mais variantes do ponto de variação deverão ser selecionadas.      |
| <code>&lt;&lt;xor&gt;&gt;</code>                                                  | Estereótipo adicionado ao elemento Associação de Variabilidade para identificar o comportamento do ponto de variação. Neste caso, indica que somente uma das variantes do ponto de variação deve ser selecionada.      |
| <i>feature</i>                                                                    | Parâmetro semelhante ao <i>tagged value</i> da UML para identificar a correspondência e manter a rastreabilidade entre os elementos da BPMT e as variabilidades do modelo de <i>features</i> .                         |

Figura 2.7 – TMPNs em BPMN\*: Pagamento (a) e Entrega (b) (adaptado de Terenciani et al. (2015b)).

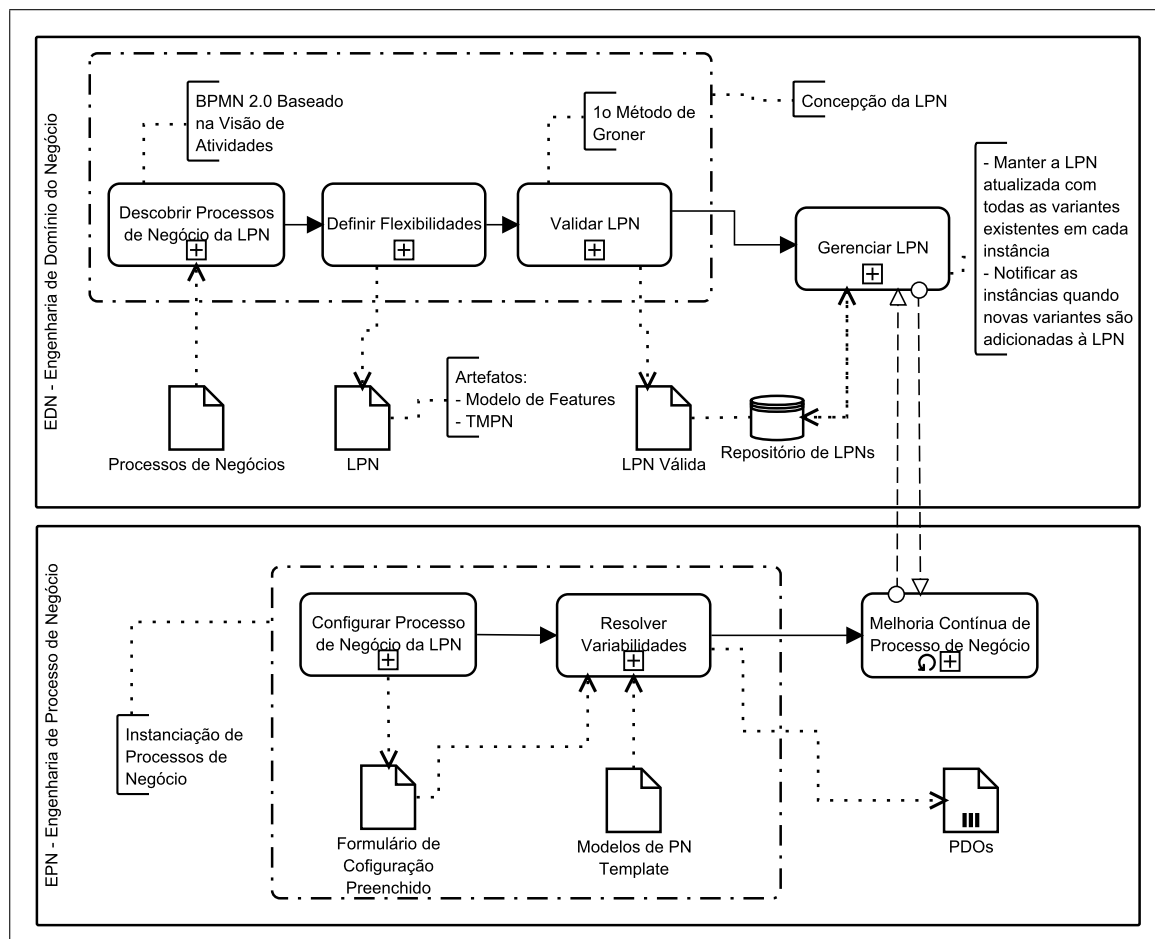


## 2.3 Abordagem GLPN (Gestão de Linhas de Processos de Negócio)

A GLPN é direcionada à *Business Process Management* (BPM) e tem por finalidade apoiar o ciclo de melhoria contínua dos processos de negócio, manter e reusar modelos de processos de negócio de organizações (LANDRE, 2012).

A GLPN é baseada no Arcabouço de Engenharia de LPS proposto por Pohl, Bockle e Linden (2005), mencionado na Seção 2.2, adaptado para o contexto de processos de negócio e é composta por dois processos, a Engenharia de Domínio (EDN) e a Engenharia de Processo de Negócio (EPN), conforme ilustrados na Figura 2.8. O EDN é equivalente ao processo de Engenharia de Domínio do arcabouço de Pohl, Bockle e Linden (2005) e o EPN é o processo da GLPN equivalente à Engenharia de Aplicação.

Figura 2.8 – Abordagem GLPN: Gestão de Linhas de Processos de Negócios (adaptado de Landre (2012), p. 42).



O processo EDN tem como principais objetivos a criação e a evolução da LPN, com o foco central no Gerenciamento das Variabilidades dos Processos de Negócios. O EDN é dividido nas seguintes fases: Descobrir Processos de Negócio da LPN, Definir Flexibilidades, Validar LPN e Gerenciar LPN.

Na fase Descobrir Processos de Negócio (DPN) a principal atividade é a modelagem

dos processos de negócios do domínio (PDO). Essa fase pode ser baseada nas abordagens proativa e reativa de criação de LPS (KRUEGER, 2002), adaptadas para o contexto de LPN. Na abordagem proativa, a LPN é desenvolvida de maneira que, a partir do planejamento inicial, suporte os PDOs a serem modelados futuramente. Na abordagem reativa, o(s) PDO(s) já existe(m), bem como uma versão inicial da linha, porém, de acordo com o surgimento de novas comunicações e variabilidades torna-se necessário a evolução da LPN por meio de incrementos.

Na fase Definir Flexibilidades considera-se a abordagem extrativa (KRUEGER, 2002), em que os analistas de processos responsáveis pela criação da LPN analisam os PDOs em busca de variabilidades e comunicações e as documentam no modelo de variabilidade que pode ser representado no modelo de *features* e no TMPN (*Template* de Modelo de Processos de Negócio) representado na notação BPMN\*. Adicionalmente, são identificados os elementos dos processos de negócio que devem ser configurados no momento da instanciamento. Os elementos configuráveis devem ser documentados de forma que se obtenha um formulário para preenchimento das informações necessárias para a configuração de cada elemento na fase Configurar Processos de Negócio do processo EPN.

A última fase da concepção de uma LPN é sua validação, que é responsável por garantir que o TMPN elaborado não viole restrições de boa formação, ou seja, ao adotar a notação BPMN\* para o TPMN, o modelo deve estar sintaticamente de acordo com essa notação. Além disso, tal modelo deve respeitar as dependências e restrições de variabilidades documentadas no modelo de variabilidades.

Adicionalmente, a validação da LPN na abordagem GLPN também consiste em obter todos os conjuntos de resoluções das variabilidades do modelo de variabilidades da linha, e para cada conjunto obtido, instanciar a LPN e verificar se o PDO resultante é válido de acordo com as regras da notação BPMN.

Por fim, a fase Gerenciar LPN tem como objetivo manter a LPN atualizada com todas as variantes existentes em cada PDO e notificar as instâncias quando novas variantes são adicionadas à LPN. O EDN recebe *feedbacks* de cada instância da LPN, admitindo como possíveis mudanças: troca de variantes, quando uma instância da LPN necessita substituir uma variante por outra disponível; alteração na configuração, quando os valores de configurações precisam ser alterados; mudança em pontos de variação; e, por último, a criação de novos pontos de variação e de novas variantes.

O processo EPN tem como principais objetivos a instanciamento dos processos de negócios para uma organização específica (PDOs), de acordo com as variabilidades definidas no processo EDN, mantê-los em melhoria contínua e enviar *feedbacks* para a fase de Gerenciamento da LPN. O EPN é dividido nas seguintes fases: 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 contendo todos os elementos que devem ser configurados. Nesse formulário são documentados os valores dos elementos configuráveis. Essas informações devem ser enviadas para a fase Gerenciar LPN para atualizar o artefato formulário de configuração com novos sinônimos para os elementos do TMPN visando facilitar instâncias futuras durante o preenchimento do formulário.

A próxima fase é responsável por Resolver Variabilidades, analisando cada ponto de variação do modelo de variabilidades representado no TMPN e selecionando as variantes necessárias para a instanciação do novo processo de negócio. Ao final, o PDO é obtido a partir dos processos de negócio já configurados por meio do formulário de configuração e com as variantes resolvidas.

A partir do momento em que o PDO é obtido, seu papel é ser mantido em constante evolução. A última fase do EPN é Melhorar Processos de Negócio Continuamente, e tem como objetivo adequar o PDO às mudanças da organização de maneira ágil. Nesta fase o EPN se mantém em comunicação com o EDN, por meio da fase Gerenciar LPN, enviando *feedbacks* a respeito das mudanças realizadas com o intuito de subsidiar a evolução da LPN.

## 2.4 BPL-Framework 1.0 - Módulo de Criação de LPNs

O BPL-Framework (TERENCIANI, 2015) é uma ferramenta de apoio computacional para criação de LPNs que foi desenvolvida pelo grupo de pesquisa em Engenharia de Software da Faculdade de Computação (Facom), da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). A versão 1.0 dessa ferramenta apoia a execução das fases EDN da abordagem GLPN (LANDRE, 2012) e contribui na elaboração e validação dos artefatos da LPN criada.

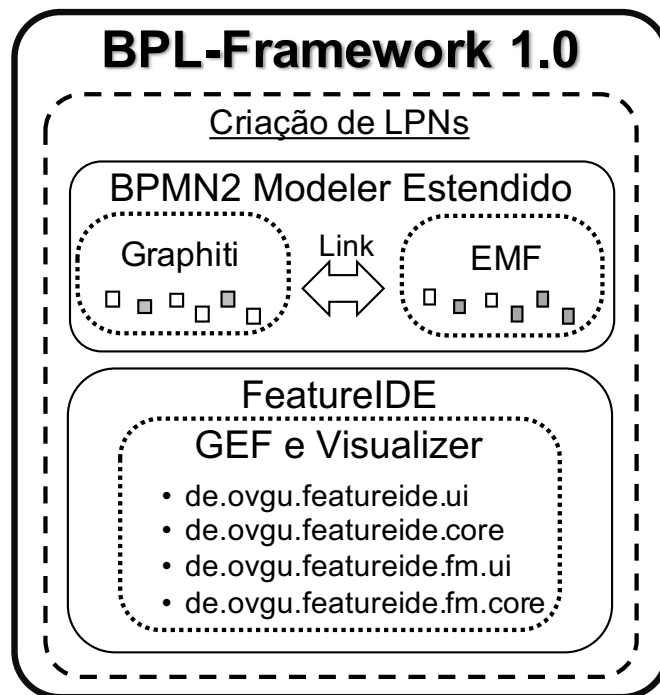
O BPL-Framework 1.0 foi desenvolvido na forma de *plug-in open-source* para a IDE Eclipse. Na Figura 2.9 é exibida a arquitetura do *plug-in*, composto pelo *plugin* BPMN2 Modeler (GILLE, 2013), para a elaboração dos PDOs, e pelo *plugin* FeatureIDE (THÜM et al., 2014), para a elaboração do modelo de *features*.

O *plug-in* BPMN2 Modeler é composto pelo *plug-in* Graphiti (WENZ, 2015), que é uma estrutura gráfica para o desenvolvimento de editores de diagrama e o metamodelo gerado por meio do *Eclipse Modeling Framework* (EMF) (STEINBERG et al., 2015). Esse metamodelo é criado e definido no formato *ecore*, que é basicamente um subconjunto de diagramas de classe. A partir do *ecore* é possível gerar código Java compatível com as especificações da notação BPMN 2.0.2 (OMG, 2013).

Durante o desenvolvimento do BPL-Framework 1.0, o BPMN2 Modeler foi estendido



Figura 2.9 – Arquitetura conceitual do BPL-Framework 1.0 (Adaptado de Terenciani (2015)).



para que houvesse suporte à notação BPMN\* a fim de que a ferramenta pudesse apoiar a elaboração do TMPN. Para isso foram adicionados cinco novos atributos (*IsVarpoint*, *IsVariant*, *VarPointType*, *FeatureId* e *FeatureType*) nas classes do *ecore* do EMF para que as configurações de variabilidade dos elementos fossem realizadas, além de um elemento gráfico para a representação da Associação de Variabilidade (ver Tabela 2.1). Uma breve descrição de cada atributo adicionado é apresentada a seguir:

- *IsVarpoint* - Atributo do tipo booleano adicionado para a representação de pontos de variação no TMPN.
- *IsVariant* - Atributo do tipo booleano adicionado para a representação de variantes no TMPN.
- *VarPointType* - Atributo do tipo *string* adicionado para representação dos tipos de pontos de variação no TMPN, sendo que o relacionamento das *features* pais com as *features* filhas podem assumir os valores *AND*, *XOR* e *OR*.
- *FeatureId* - Atributo do tipo *string* adicionado para possibilitar a rastreabilidade entre o modelo de *features* e o TMPN.
- *FeatureType* - Atributo do tipo *string* adicionado para representação de elementos opcionais e mandatórios no TMPN, podendo assumir três valores *optional*, *mandatory* e *none*, de acordo com as configurações de *features* utilizadas pelo FeatureIDE.

Na Figura 2.10 é apresentado o *wizard* do Eclipse com a categoria BPL-Framework que disponibiliza os artefatos que compõem as LPNs. São eles *BPL-Framework Diagrams*, *BPL-Framework Project* e *Feature Model*. A opção *BPL-Framework Diagrams*, ilustrada na Figura 2.11, 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). A opção *BPL-Framework Project* é responsável por criar um projeto BPL-Framework com as pastas específicas referentes a cada artefato a ser elaborado, conforme mostrado na Figura 2.12.

Na categoria BPL-Framework no *wizard* do Eclipse (Figura 2.10), a opção *Feature Model* é utilizada para a criação do modelo de *features*. Alguns pacotes do FeatureIDE (conforme Figura 2.9) foram adicionados às dependências do BPL-Framework 1.0 com a intenção de que fossem representadas as funcionalidades essenciais do editor gráfico para a elaboração do modelo de *features*.

Na Figura 2.12 é ilustrado o editor gráfico utilizado para a criação do modelo de *features*. As *features* são representadas graficamente por retângulos e contém uma legenda para uma maior facilidade de leitura. A inserção de uma *feature* no modelo de *features* é realizada clicando com o botão direito e escolhendo entre as opções “*Create Feature Above*” ou “*Create Feature Below*”, que correspondem, respectivamente, em criar uma *feature* acima ou abaixo do elemento selecionado.

Na Figura 2.13 é apresentado o editor gráfico utilizado na elaboração do TMPN. Na Figura 2.13(a) encontra-se um *palette* com os elementos do BPMN disponíveis e na Figura 2.13(b) é apresentada as propriedades do elemento selecionado, por exemplo, a tarefa “Realizar Pagamento”, que é um ponto de variação (atributo *IsVarPoint* selecionado). Todos os atributos necessários para realizar a configuração de variabilidade de acordo com a notação BPMN\* são encontrados na aba *Variability*, que é localizada nas propriedades de cada elemento do modelo.

O que distingue na criação de um ponto de variação e uma variante é a interface da aba *Variability*, como é ilustrado na Figura 2.14. Observa-se que o atributo *VarPoint Type*, presente na Figura 2.13(b), não se encontra disponível na aba da Figura 2.14. Isso acontece devido ao fato de um ponto de variação poder assumir os valores *AND*, *XOR* ou *OR* no relacionamento com as variantes.

Terenciani (2015) afirma que o BPL-Framework 1.0 apoia tão somente a modelagem de variabilidades em objetos de dados, sub-processos e atividades, sendo que as mesmas podem ocorrer em eventos, *pools* e fluxo de sequência, mas esses elementos deverão ser modelados em forma de sub-processos.

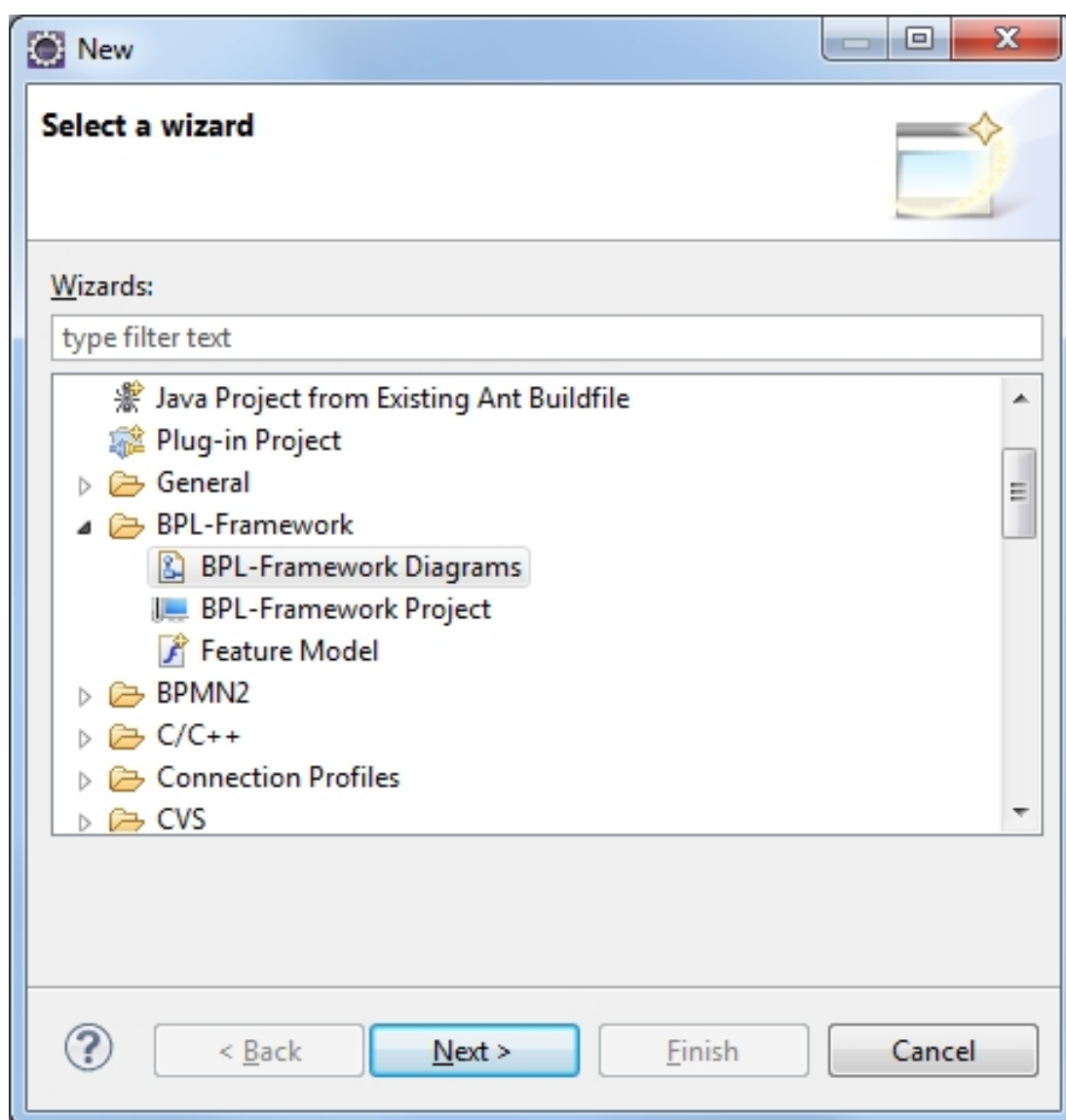
Figura 2.10 – Detalhes da categoria BPL-Framework no *wizard* do Eclipse.

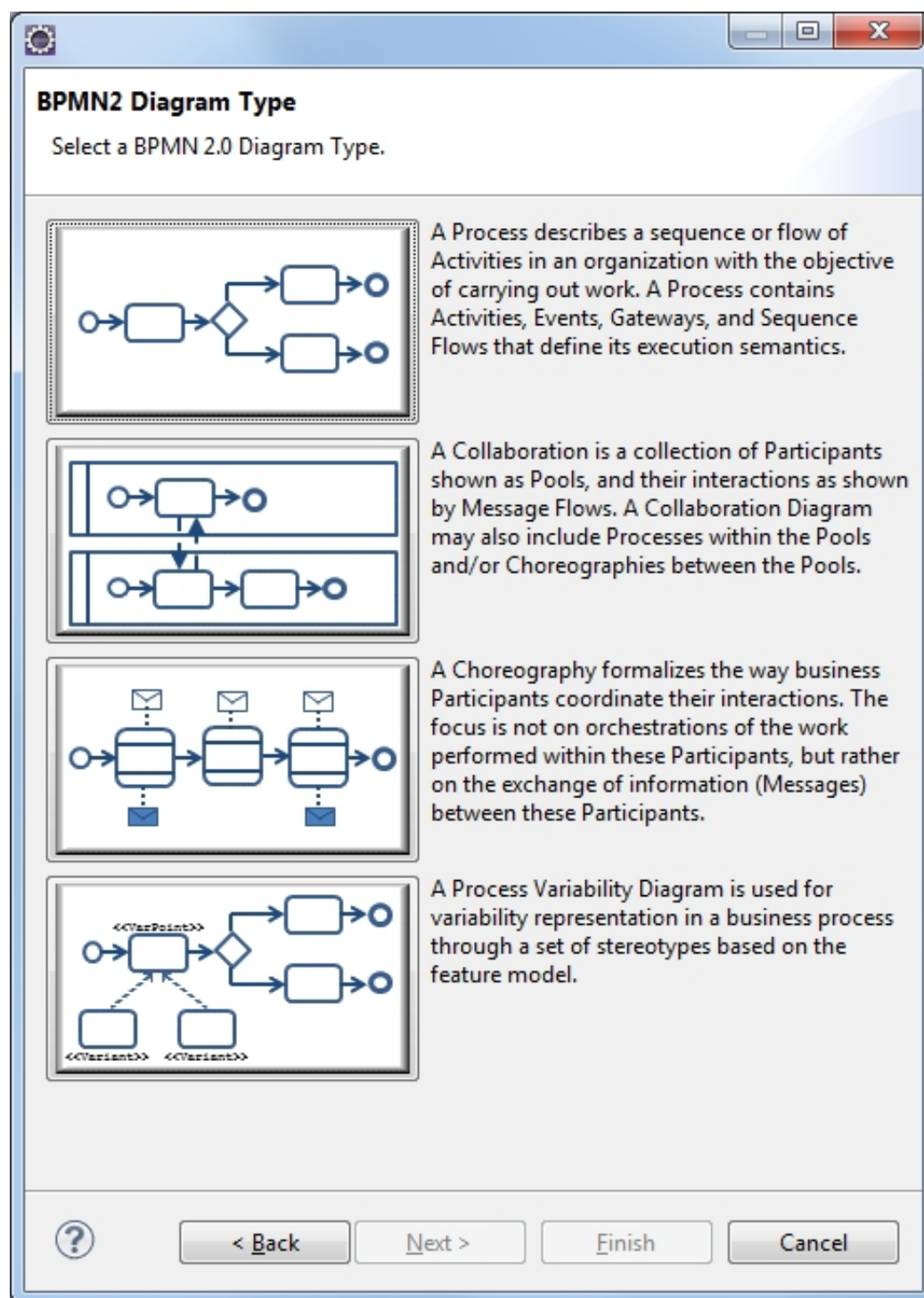
Figura 2.11 – Detalhes da categoria BPL-Framework no *wizard* do Eclipse.

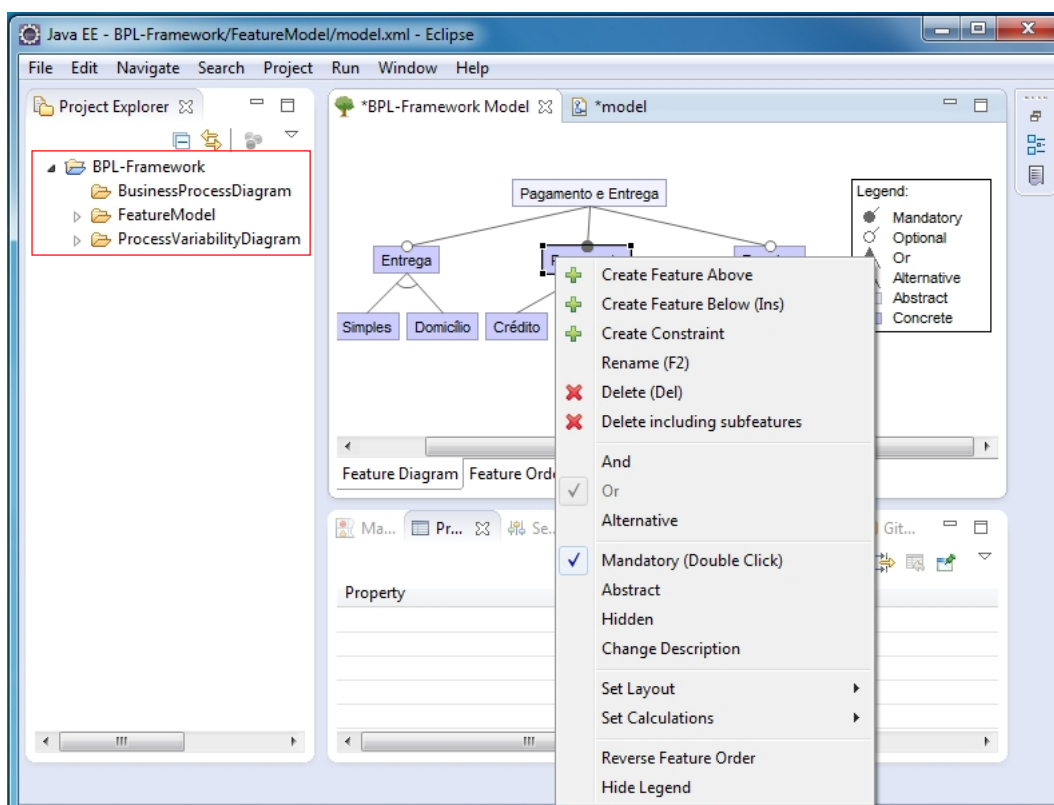
Figura 2.12 – Editor gráfico de elaboração do modelo de *features*.

Figura 2.13 – Editor gráfico de elaboração do TMPN com ênfase no ponto de variação.

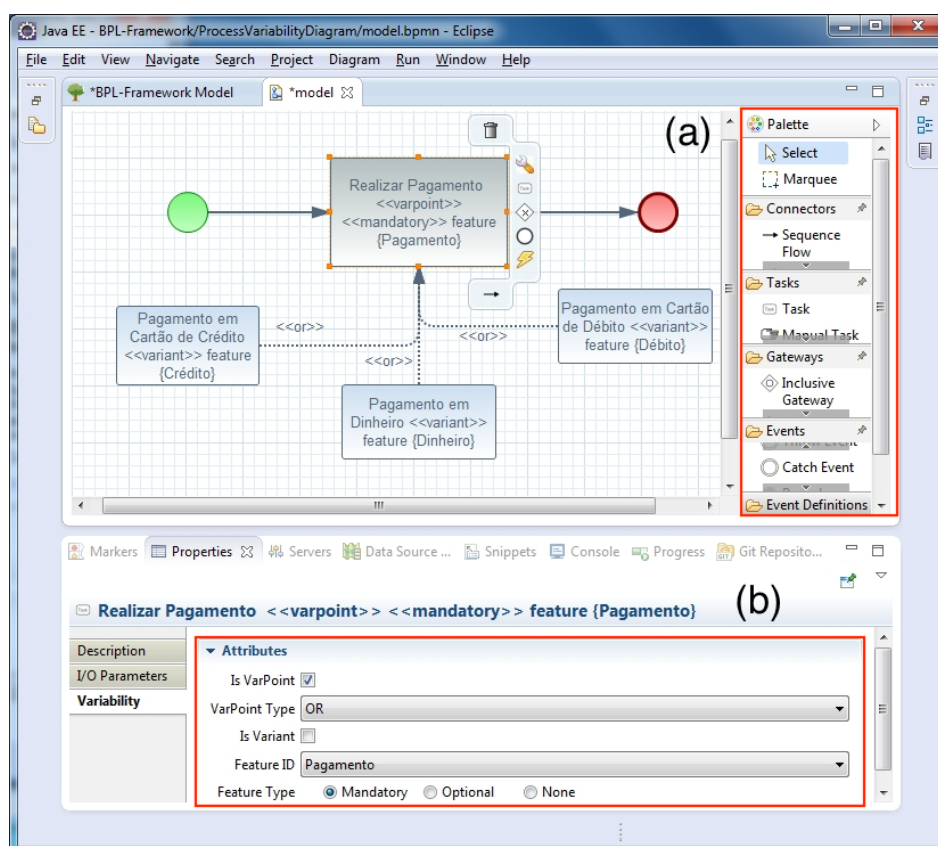
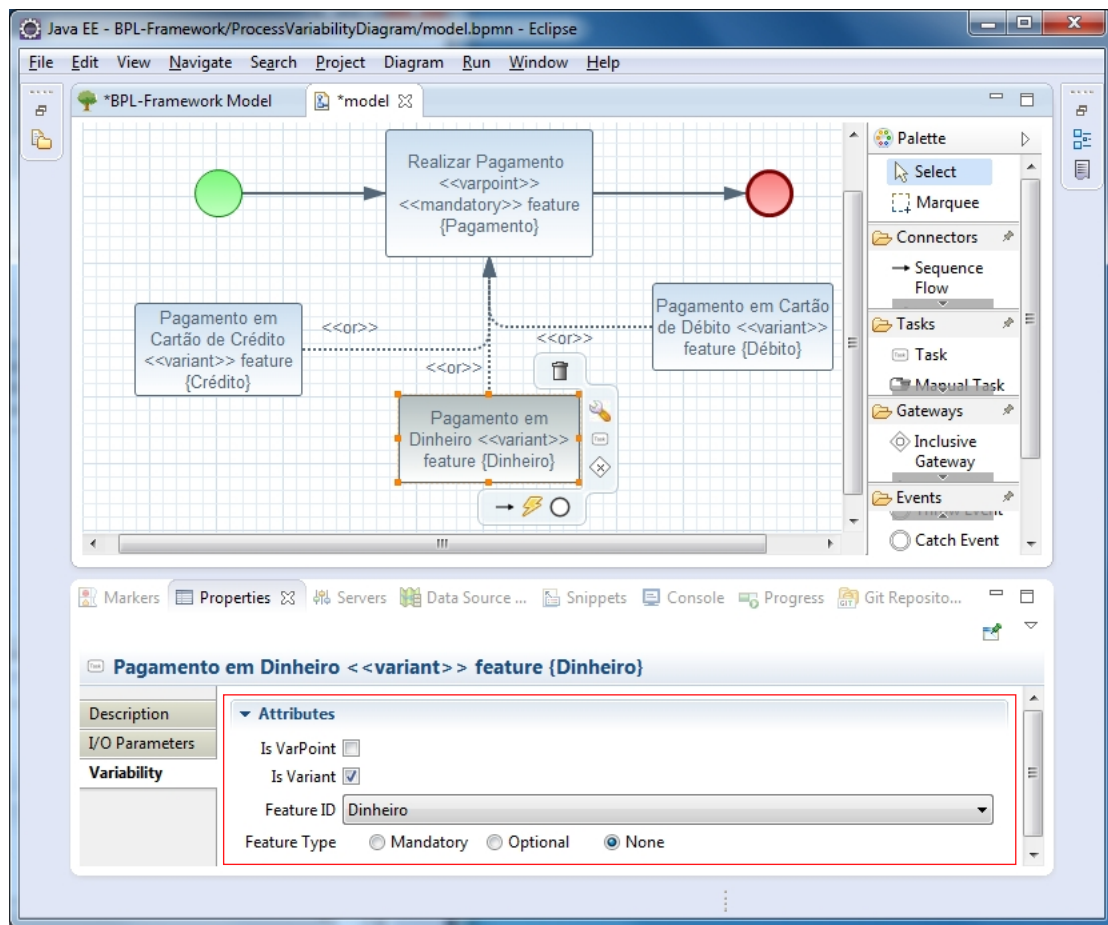


Figura 2.14 – Editor gráfico de elaboração do TPMN com ênfase na variante.



## 2.5 Considerações Finais

Neste capítulo foram apresentados as definições e os conceitos necessários para o entendimento e desenvolvimento deste trabalho de mestrado. A modelagem de processos de negócio é uma atividade que pode ser aplicada na busca por melhorias de desempenho, na redução de tempo, custo, e aumento da qualidade dos processos de negócios. O artefato resultante dessa modelagem ajuda no entendimento do negócio e é útil durante a Engenharia de Requisitos, pois colabora para a elicitação de requisitos mais adequados para o software de apoio ao negócio da organização.

A BPMN é a notação de modelagem de processos de negócio mais utilizada atualmente (CHINOSI; TROMBETTA, 2012), por possuir um mecanismo simples e de fácil entendimento para a criação de modelos de processos de negócio. Devido a isso é utilizada pelo BPL-Framework 1.0, e será a notação utilizada neste trabalho para representar as instâncias de LPNs.

Um conjunto de ferramentas computacionais que forneçam apoio a criação, instanciação e evolução de LPNs é um fator importante para possibilitar o reúso sistemático de modelos de processos de negócio. Este fato é relevante para o trabalho, que irá evoluir e

utilizar a GLPN para o estabelecimento dos requisitos do BPL-Framework 2.0 no processo de instanciação de LPNs.

No próximo capítulo é apresentada a evolução do BPL-Framework 1.0 com o intuito de torná-lo apto para apoiar também a instanciação de LPNs em conformidade com a abordagem GLPN, obtendo-se o BPL-Framework 2.0.

## 3 Evolução do BPL-Framework para apoiar a Instanciação de LPN

O BPL-Framework é um arcabouço computacional, cujo intuito é facilitar a criação e a instanciação de LPNs em conformidade com a abordagem GLPN. A primeira versão dessa ferramenta, apresentada na Seção 2.4 do Capítulo 2, contempla apenas a criação de LPNs. Neste trabalho foi realizada uma evolução do BPL-Framework 1.0 para atender também a instanciação de LPNs, obtendo-se o BPL-Framework 2.0, o qual é apresentado neste capítulo.

Na Seção 3.1 é apresentada uma descrição das funcionalidades da ferramenta BPL-Framework 2.0. Na Seção 3.2 são apresentados os aspectos de implementação e decisões arquiteturais tomadas no projeto da ferramenta. Na Seção 3.3 são apresentados trabalhos e ferramentas relacionados e é feita uma comparação entre eles e a ferramenta BPL-Framework 2.0 com o intuito de mostrar a relevância do trabalho desenvolvido. Por fim, na Seção 3.4 são apresentadas as considerações finais do capítulo, evidenciando o apoio computacional do BPL-Framework 2.0 à abordagem GLPN.

### 3.1 Aspectos Funcionais

O processo EPN da GLPN, descrito em mais detalhes na Seção 2.3 do Capítulo 2, tem como principais objetivos a instanciação dos processos de negócio para uma organização específica (PDOs), de acordo com as variabilidades definidas no processo EDN, mantê-los em melhoria contínua e enviar *feedbacks* para a fase de Gerenciamento da LPN. Conforme descrito na Seção 2.3 do Capítulo 2, o EPN é dividido nas seguintes fases: Configurar Processos de Negócio, Resolver Variabilidades e Melhorar Processos de Negócio Continuamente.

Para atender a GLPN, o BPL-Framework 2.0 além de apoiar o processo de EDN por meio da criação de LPNs (proveniente do BPL-Framework 1.0) aprimorou a fase Definir Flexibilidades incorporando a possibilidade de criação de mais de um TMPN para atender LPNs mais complexas. Além disso, a ferramenta substitui o uso do formulário de configuração incorporando sua funcionalidade em um artefato denominado modelo de configuração, criado com base no TMPN, durante a fase Configurar Processos de Negócio da EPN, disponibilizando-o também para reúso.

A ferramenta engloba também duas fases do processo EPN: Configurar Processos de Negócio (CPN) e Resolver Variabilidades. Na GLPN a fase Configurar Processos de



Negócio possuía o objetivo de atribuir valores aos elementos configuráveis por meio de um formulário construído no processo de EDN (Seção 2.3), de maneira a retratar a realidade na qual o PDO irá ocorrer. Para atender essa necessidade, o BPL-Framework 2.0 fornece essa característica por meio do modelo de configuração. Esse artefato auxilia em ambas as fases citadas, pois une a funcionalidade advinda do formulário de configuração por meio do atributo *InstanceName* (Seção 3.2.2) e possibilita a seleção de quais variantes farão parte da instância, durante a fase Resolver Variabilidades.

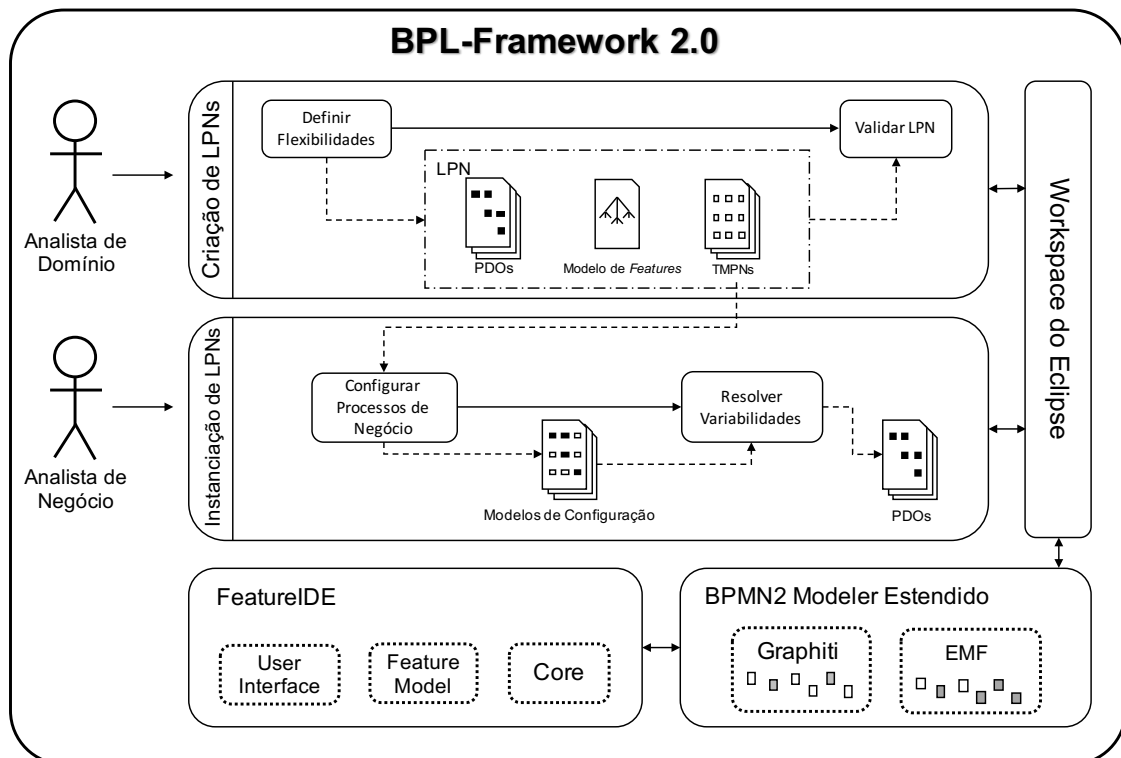
Na fase Resolver Variabilidades, o usuário irá analisar no modelo de configuração cada ponto de variação e selecionar as variantes necessárias para atender o objetivo do negócio de interesse. A partir disso, a ferramenta gera automaticamente o PDO com base nas variantes selecionadas pelo analista de negócio para concluir a instanciação da LPN.

Na subseção à seguir são apresentadas as decisões arquiteturais e de implementação tomadas durante o desenvolvimento do BPL-Framework 2.0.

## 3.2 Decisões Arquiteturais e de Implementação

O BPL-Framework 2.0 possui a mesma arquitetura de sua versão anterior (Seção 2.4 - BPL-Framework - Módulo de Criação de LPNs), baseando-se na arquitetura de *plugins* do Eclipse, conforme Figura 3.1.

Figura 3.1 – Arquitetura conceitual do BPL-Framework 2.0



Para que fosse possível atender as fases Configurar Processos de Negócio e Resolver

Variabilidades do processo de EPN da GLPN, oito novos atributos (`check`, `solved`, `seq`, `gateway`, `showInstanceName`, `instanceName`, `specsName`, `condition`, descritos no final desta seção) foram adicionados nas classes do *ecore* do EMF para que as resoluções de variabilidade fossem realizadas. Também foram criadas 13 novas classes, 128 métodos em novas classes; além de 11 classes e 12 métodos adaptados. Entretanto, apesar das alterações realizadas no BPMN2 Modeler e detalhadas no Apêndice I, todas as funcionalidades presentes anteriormente no *plug-in* continuam disponíveis no BPL-Framework 2.0.

Para o controle de versão do código fonte do BPL-Framework 2.0 foi utilizada a ferramenta Git (GIT, 2015). Essa ferramenta facilita a execução de projetos colaborativos, além de permitir o desenvolvimento individual, pois possibilita o controle de versões do projeto.

Na Figura 3.2 é apresentada a estrutura de diretórios do projeto no BPL-Framework 1.0. Todos os PDOs da LPN estarão contidos em *BusinessProcessDiagram*. Os TMPNs da LPN estarão localizados em *BusinessProcessModelTemplate* e o modelo de *features* da LPN estará em *FeatureModel*. Anteriormente a ferramenta suportava apenas um TMPN para cada LPN, na nova versão da ferramenta a LPN pode ter mais TMPNs pois cada um representa um processo em LPNs mais complexas, compostas por vários processos.

Na Figura 3.3 é apresentada a estrutura de diretórios de manutenção de artefatos de uma LPN no BPL-Framework 2.0. Por motivos de organização, dois novos diretórios foram adicionados nessa estrutura. Na pasta *Instantiating* estarão localizados os modelos de configuração baseados no TMPN escolhido. O analista de negócio tem a possibilidade de iniciar a instanciação e dar continuidade posteriormente, dessa forma, vários modelos de configuração podem ser configurados pelo analista do negócio simultaneamente.

Figura 3.2 – Estrutura de diretórios de uma LPN no BPL-Framework 1.0.

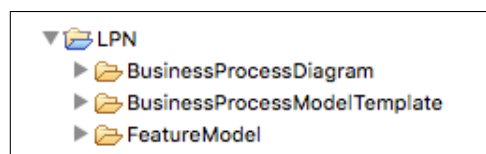
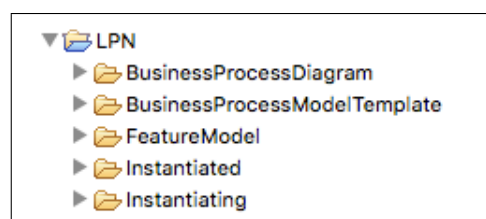


Figura 3.3 – Estrutura de diretórios de uma LPN no BPL-Framework 2.0.



Uma vez que esses modelos de configuração são resolvidos, ou seja, seus pontos de variação e variantes foram analisados, uma versão com as decisões do analista de

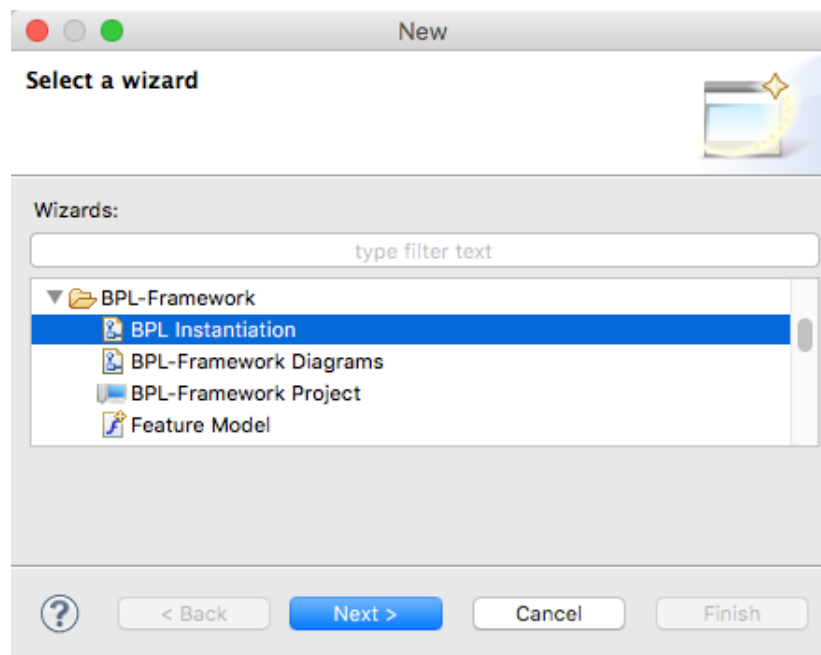
negócio será mantida na pasta *Instantiated*, possibilitando a reutilização do modelo de configuração em futuras instanciações favorecendo redução do tempo e custo. O PDO gerado pelo BPL-Framework 2.0 obtido a partir desse artefato será mantido na pasta *BusinessProcessDiagram*.

Nas subseções a seguir é descrito em detalhes como a ferramenta BPL-Framework 2.0 atende as fases Configurar Processos de Negócio e Resolver Variabilidades do processo de Engenharia de Processo de Negócio da GLPN.

### 3.2.1 Apoio Computacional para a Fase Configurar Processos de Negócio da GLPN

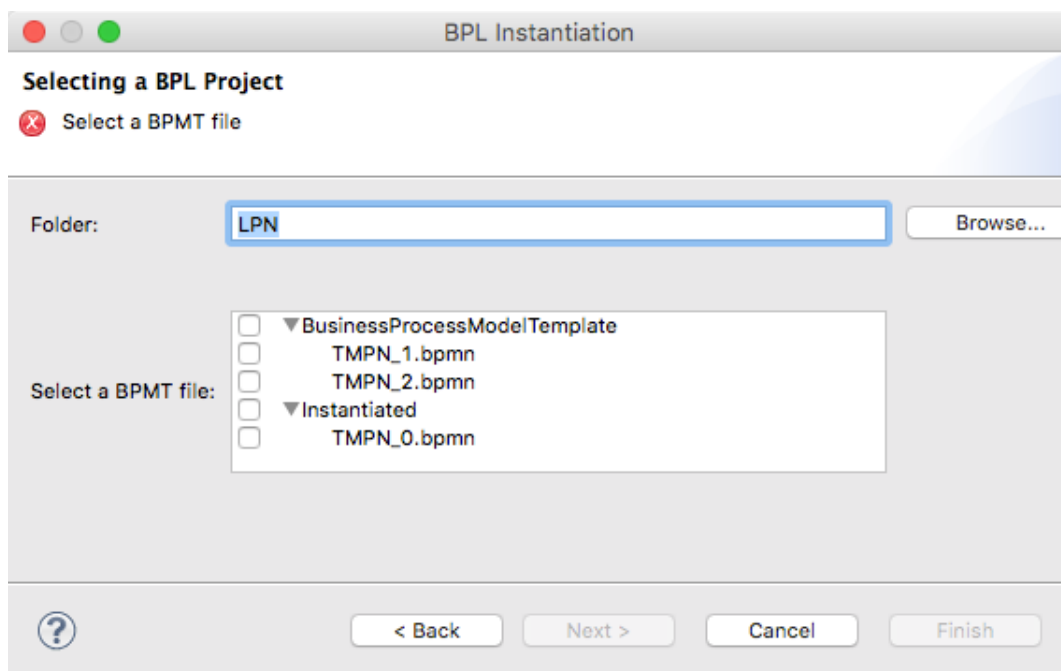
Na Figura 3.4 é apresentado o menu do Eclipse que disponibiliza a opção *BPL Instantiation*. Esse menu foi produzido por meio da criação de uma nova categoria no ponto de extensão `org.eclipse.newWizards` do *plugin* BPL-Framework 2.0, responsável pela criação de menus.

Figura 3.4 – Menu BPL-Framework 2.0.



A classe `InstantiationWizard` do pacote `bpmn2.modeler.ui.wizards` é responsável por permitir ao analista de negócio a escolha de um ou mais TMPNs para a criação de modelos de configuração baseados nos TMPNs escolhidos. Uma vez que os modelos de configuração estejam criados, o analista de negócio pode iniciar a fase Resolver Variabilidades. Na Figura 3.5 é ilustrado o comportamento dessa classe e apresenta todos os TMPNs que podem ser selecionados, inclusive os modelos pré-configurados da pasta *Instantiated*.

Figura 3.5 – Wizard para seleção do modelo de configuração.



### 3.2.2 Apoio Computacional para a Fase Resolver Variabilidades da GLPN

De acordo com a GLPN de Landre (2012), a fase Resolver Variabilidades irá analisar cada ponto de variação e selecionar as variantes necessárias para a instanciação da LPN. Dessa forma, o PDO é gerado com base nas variantes selecionadas de um ou mais modelos de configuração considerados durante a instanciação da LPN.

Para atender a possibilidade de seleção de variantes no modelo de configuração, foram definidas as classes `AppendCheckedFeature` e `AppendUncheckedFeature` do pacote `org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.features`. Essas classes implementam a caixa de seleção utilizada para escolher as variantes que farão parte da instância da LPN. As variabilidades podem ocorrer nos elementos da notação BPMN\* do tipo atividades, sub-processos e objeto de dados.

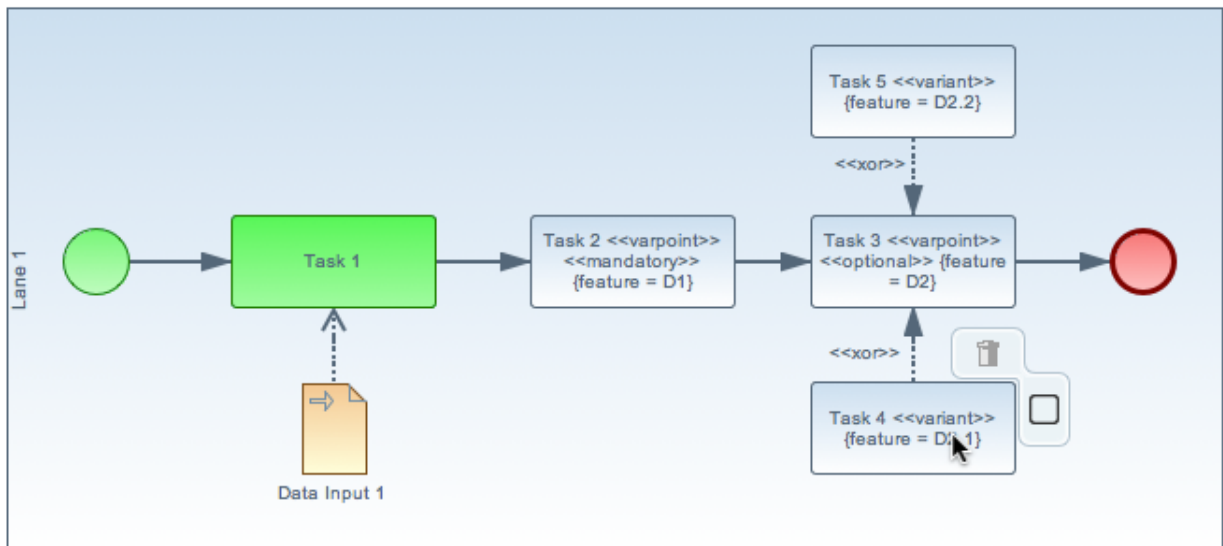
Em um modelo de configuração existem comunicações que estão em todos os processos de negócio do domínio, inclusive nas futuras instâncias da LPN. Foi utilizada a cor verde para representar as comunicações do tipo atividade e sub-processo no modelo de configuração e a cor laranja para representar as comunicações do tipo objeto de dados.

Ao resolver as variabilidades, por meio da seleção das variantes adequadas para atender o objetivo do negócio de interesse, é possível ter três situações. Quando o ponto de variação é uma variante por si próprio, isto é, quando o elemento é definido como um ponto de variação mas não possui associação de variabilidades com uma ou mais variantes (*Task 2* da Figura 3.6).

A segunda situação é quando o ponto de variação (*Task 3* da Figura 3.6) possui

uma ou mais variantes (*Task 4* e *Task 5* da Figura 3.6), mas sua associação de variabilidade possui o estereótipo «*xor*», isto indica que somente uma das variantes pode ser selecionada. Ao tentar selecionar mais de uma variante, o analista de negócio receberá uma notificação informando que já existe uma variante selecionada.

Figura 3.6 – Exemplo de configuração com comunicações e ponto de variação do tipo «*xor*».

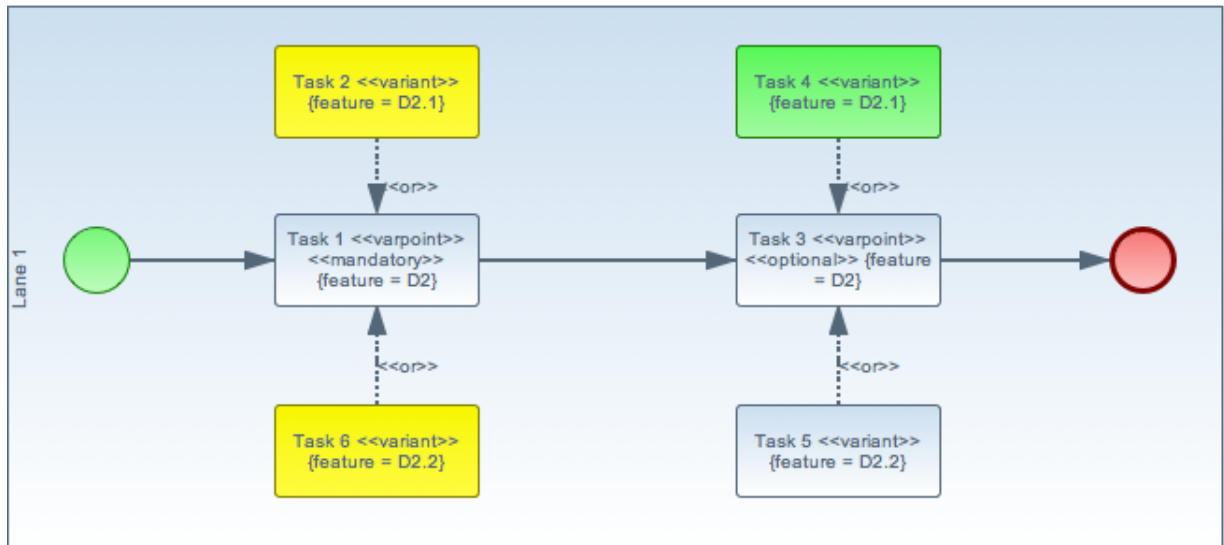


A terceira situação é observada quando o estereótipo da associação de variabilidade entre um ponto de variação (*Tasks 1* e *3* da Figura 3.7) e suas variantes (*Tasks 2, 4, 5* e *6* da Figura 3.7) é do tipo «*or*». Quando isso acontece, o analista de negócio tem a possibilidade de selecionar uma ou mais variantes desse ponto de variação. Observa-se que os elementos selecionados podem receber a cor amarela, isto acontece quando duas ou mais variantes são selecionadas e ainda não possuem as informações necessárias para a validação adequada da configuração do modelo, isto é, o analista de negócio não informou a ordem do fluxo de execução das variantes selecionadas.

Para coletar as informações de instanciação de um elemento com o objetivo de validar a configuração do modelo foram definidas as classes `InstantiationPropertySection` e `InstantiationDetailComposite` do pacote `bpmn2.modeler.ui.property.tasks` que implementam uma aba com propriedades para cada elemento denominada *Instantiation*, conforme Figura 3.8. As informações disponíveis na aba *Instantiation* são: *InstanceName*, *Sequence*, *Gateway* e *Condition*. As decisões de projeto envolvendo os atributos *Sequence* e *Gateway* foram abstraídas do trabalho de Landre et al. (2014), a partir das *tagged values* denominadas *seq* e *type*, respectivamente e estão representados no modelo de configuração juntamente com os atributos *InstanceName* e *Condition*, os quais foram definidos no âmbito deste trabalho.

O analista de negócio tem a possibilidade de configurar o nome da variante selecio-

Figura 3.7 – Exemplo de configuração com pontos de variação do tipo «or».

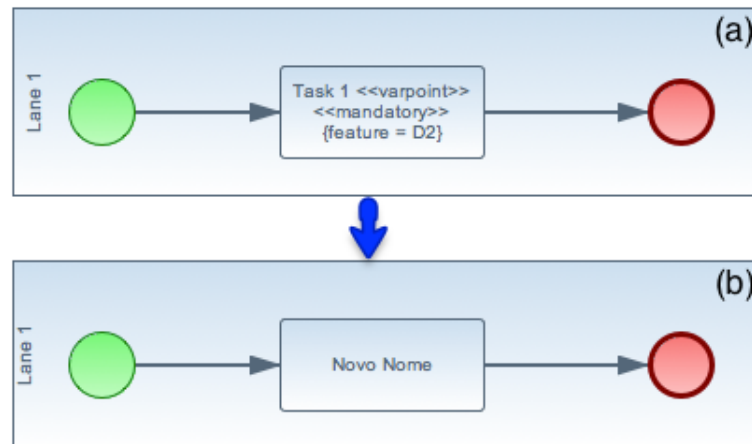
Figura 3.8 – Aba *Instantiation* com atributos dos elementos.

A captura de tela mostra a aba **Instantiation** de um elemento **Task 2 «<variant>> {feature = D2.1}»**. O painel de propriedades à esquerda contém as abas **Description**, **I/O Parameters** e **Instantiation**. O painel principal, sob o título **Attributes**, contém os seguintes campos e controles:

- Instance Name**: Campo de texto com um ícone de lápis para edição.
- Show/Hide Instance Name**: Botão para alternar a visibilidade do nome da instância.
- Sequence**: Campo de texto com uma seta de rolagem descendente.
- Gateway**: Campo de texto com uma seta de rolagem descendente.
- Condition**: Campo de texto.

nada, que será um elemento da instância. Para isso foi definido o atributo *InstanceName*, localizado na aba *Instantiation*, permitindo que o mesmo possa exibir ou ocultar essa informação por meio do botão *Show/Hide Instance Name*. Quando o analista de negócio deseja ocultar o *InstanceName* do elemento, a informação exibida será a especificação do elemento contendo os atributos *VarPointType*, *FeatureId* e *FeatureType* (conforme Seção 2.4), como mostrada na Figura 3.9(a). Caso contrário, o *InstanceName* do elemento permanecerá visível, conforme ilustrado na Figura 3.9(b).

Caso todas as variantes de um ponto de variação com estereótipo «or» possuem o atributo *Sequence* com valores distintos, conforme Figura 3.10, o fluxo dessas variantes no PDO gerado a partir do modelo de configuração com as variabilidades resolvidas obedecerá a ordem definida pelos valores do atributo *Sequence*, conforme Figura 3.11. Se houver um conjunto de variantes selecionadas que possuam dois ou mais valores iguais do atributo

Figura 3.9 – Exemplo de utilização do atributo *InstanceName*.

*Sequence*, cabe ao analista de negócio informar o tipo de *gateway* que representará esse conjunto de variantes. Esse dado pode ser informado pelo analista de negócio a qualquer momento da instanciação.

Figura 3.10 – Exemplo de modelo de configuração com ponto de variação com valores de sequência distintos.

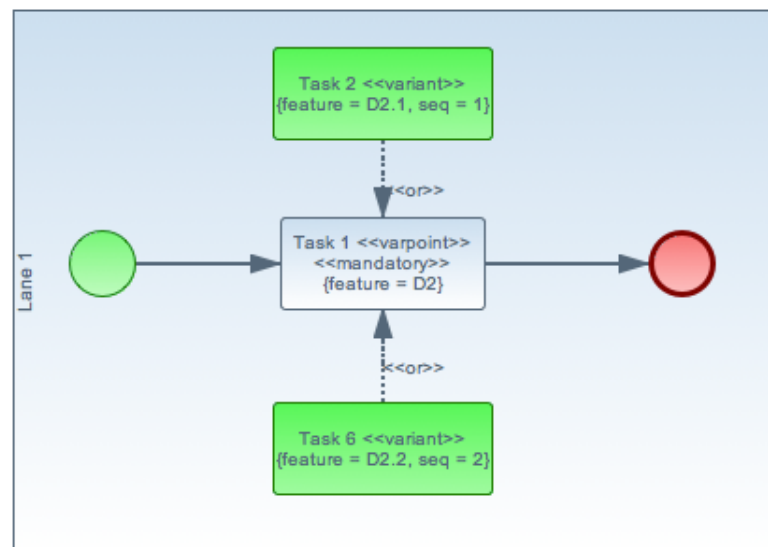
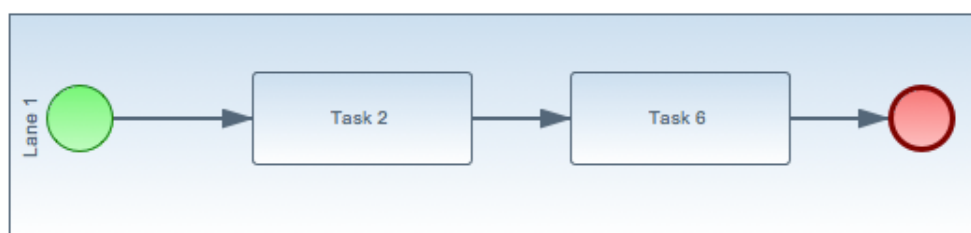


Figura 3.11 – Exemplo de PDO de um ponto de variação com valores de sequência distintos.



Ao informar o tipo de *gateway* em uma variante, a ferramenta atribuirá automaticamente o mesmo tipo de *gateway* para as demais variantes com mesmo valor de *Sequence* do

ponto de variação em questão. Caso o analista de negócio queira alterar o tipo de *gateway* de uma variante, a ferramenta exibirá uma notificação solicitando uma confirmação, pois essa mudança será propagada para todas as variantes com o mesmo valor de *Sequence*.

Se o *gateway* escolhido for do tipo *OR* (*Inclusive*), isso representa um fluxo em que pode haver uma combinação dos caminhos, de acordo com a condição a ser verificada, conforme Figuras 3.12 e 3.13. Na Figura 3.14 é ilustrado o PDO gerado pela ferramenta com base no modelo de configuração da Figura 3.12 e com base nas propriedades das variantes, conforme ilustradas na Figura 3.13. Semanticamente, este *gateway* funciona como um *e/ou*, uma vez que o caminho a ser seguido pode ser um e/ou outro, de acordo com as condições. A condição de cada fluxo do *gateway* é especificada por meio do atributo *Condition* da aba *Instantiation*.

Figura 3.12 – Exemplo de ponto de variação com valores de sequência iguais.

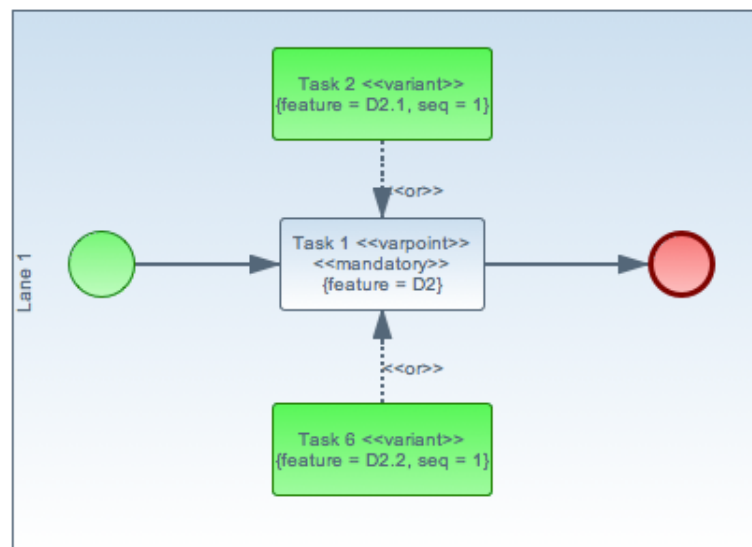
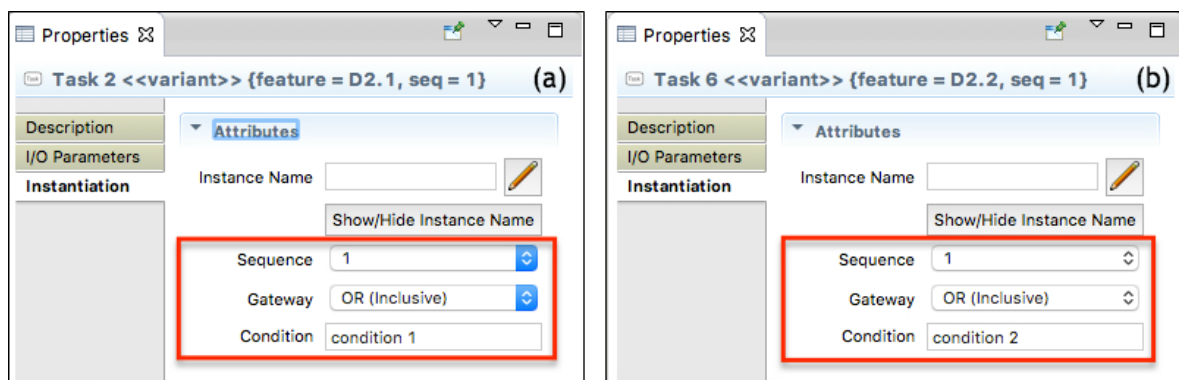
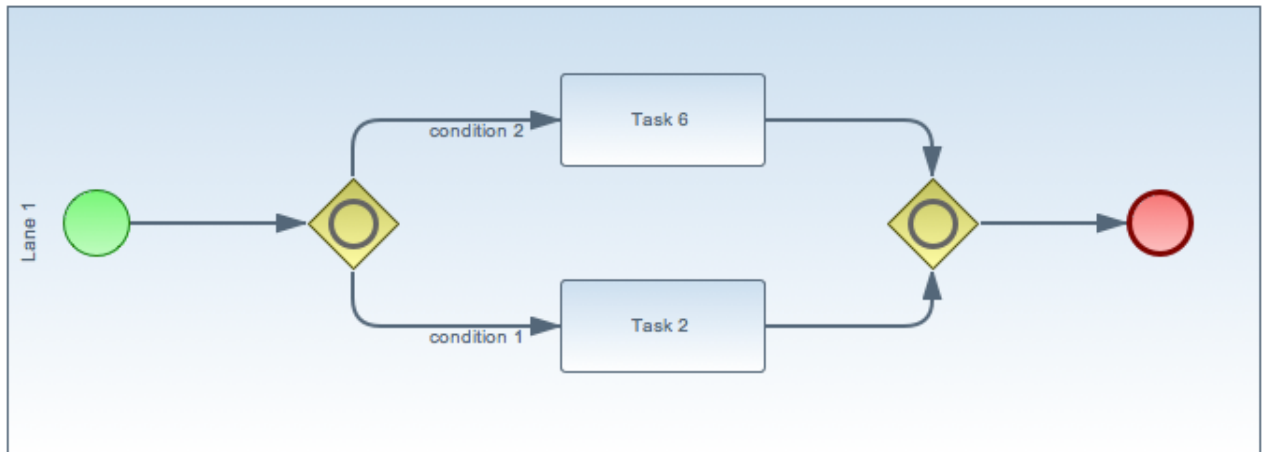


Figura 3.13 – Propriedades de ponto de variação com *gateway* *OR*.

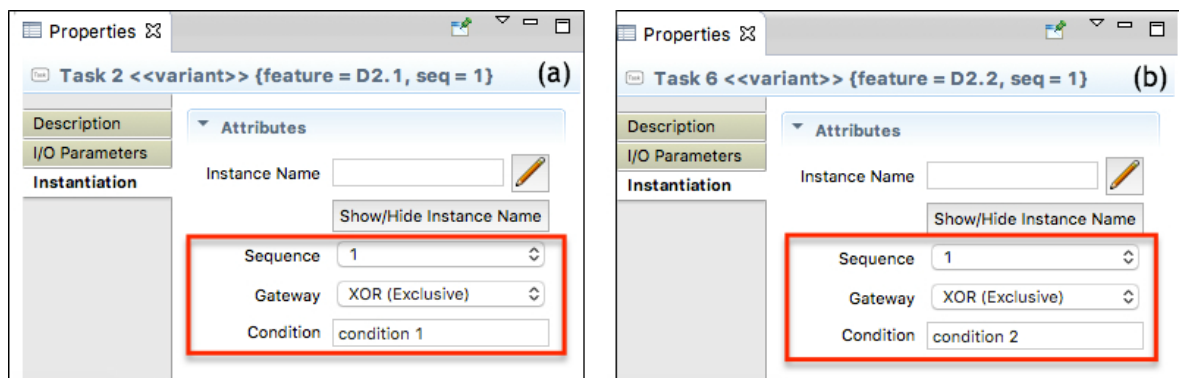
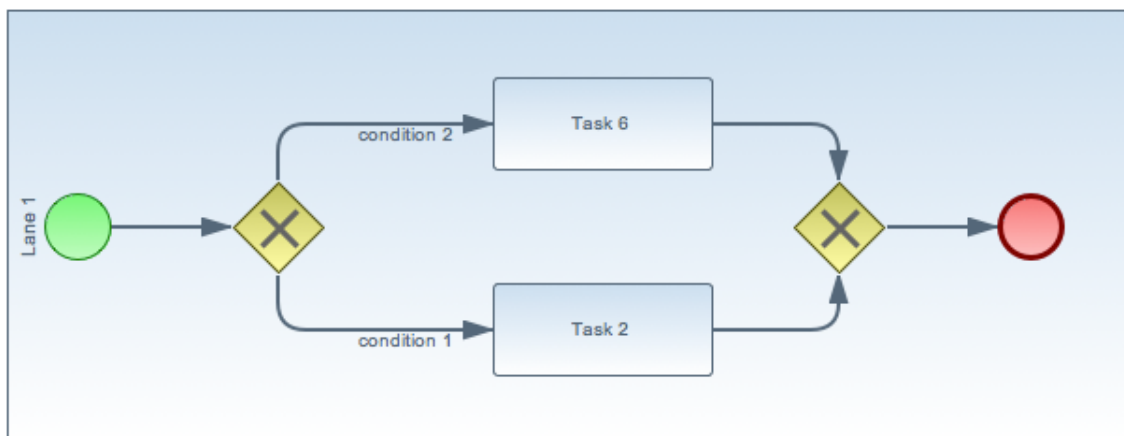


Se o *gateway* escolhido for do tipo *XOR* (*Exclusive*), isso representa um fluxo em que apenas um dos caminhos será seguido, de acordo com as condições a serem verificadas, conforme Figura 3.15. Na Figura 3.16 é ilustrado o PDO gerado pela ferramenta com base no modelo de configuração da Figura 3.12 e com base nas propriedades das variantes,



Figura 3.14 – Exemplo de PDO com *gateway* do tipo *OR* (*Inclusive*).

conforme ilustradas na Figura 3.15. Semanticamente esse *gateway* funciona como um *ou*, uma vez que ou um ou outro caminho será seguido, de acordo com as condições.

Figura 3.15 – Propriedades de ponto de variação com *gateway XOR*.Figura 3.16 – Exemplo de PDO com *gateway* do tipo *XOR* (*Exclusive*).

Se o *gateway* escolhido for do tipo *Parallel*, conforme Figura 3.17, isso representa um fluxo em que dois ou mais caminhos serão executados paralelamente. Na Figura 3.18 é ilustrado o PDO gerado pela ferramenta com base no modelo de configuração da Figura

3.12 e com base nas propriedades das variantes, conforme Figura 3.17. Semanticamente, este *gateway* funciona como um *e*, já que um e outro caminho serão executados, não sendo necessário especificar as condições dos fluxos do *gateway*.

Figura 3.17 – Propriedades de ponto de variação com *gateway Parallel*.

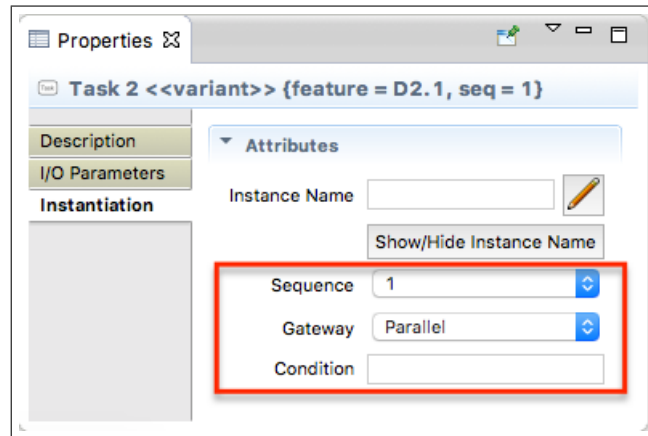
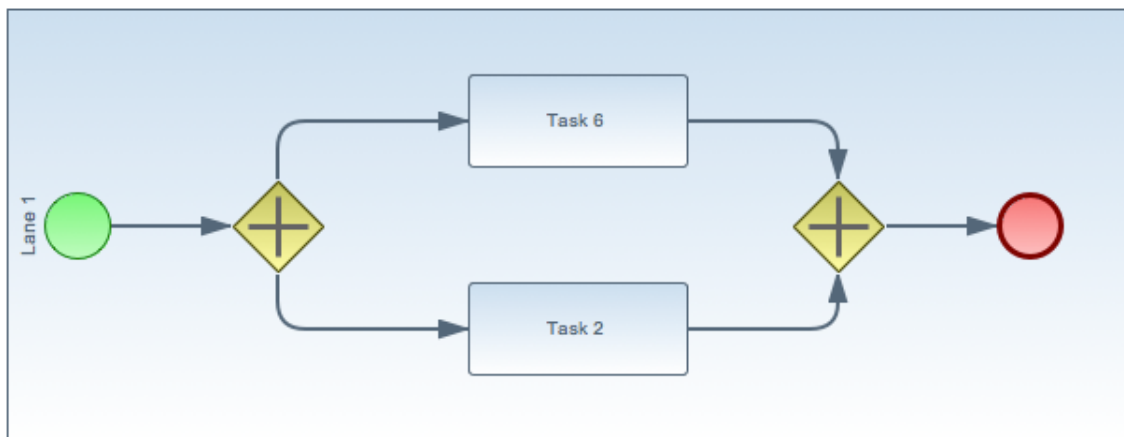


Figura 3.18 – Exemplo de PDO com *gateway* do tipo *Parallel*.



Quando a variabilidade ocorre no elemento do tipo objeto de dados com associação de variabilidade do tipo «*or*», não há necessidade de informar valores ao atributo *Sequence*, ou seja, ao selecionar dois ou mais objetos de dados, todos os elementos selecionados serão conectados diretamente por meio da associação de dados à atividade ou ao sub-processo, conforme o modelo de configuração na Figura 3.19 com as variantes *Data Inputs* 3 e 4 e *Data Outputs* 1 e 4 selecionadas (destacadas em laranja) e o PDO gerado pela ferramenta, conforme Figura 3.20.

O método `ValidateDiagram` da classe `Instantiate` foi implementado com o objetivo de realizar uma validação no modelo de configuração em busca de elementos que estejam faltando informações para a correta instanciação, seja um ponto de variação do tipo *mandatory* não selecionado ou alguma variante sem o atributo *Sequence* definido e está localizado no pacote `org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.commands`. Ao solicitar a execução da instanciação por meio do botão ilustrado na Figura 3.21, o analista receberá

Figura 3.19 – Exemplo de modelo de configuração com variabilidade em objeto de dados.

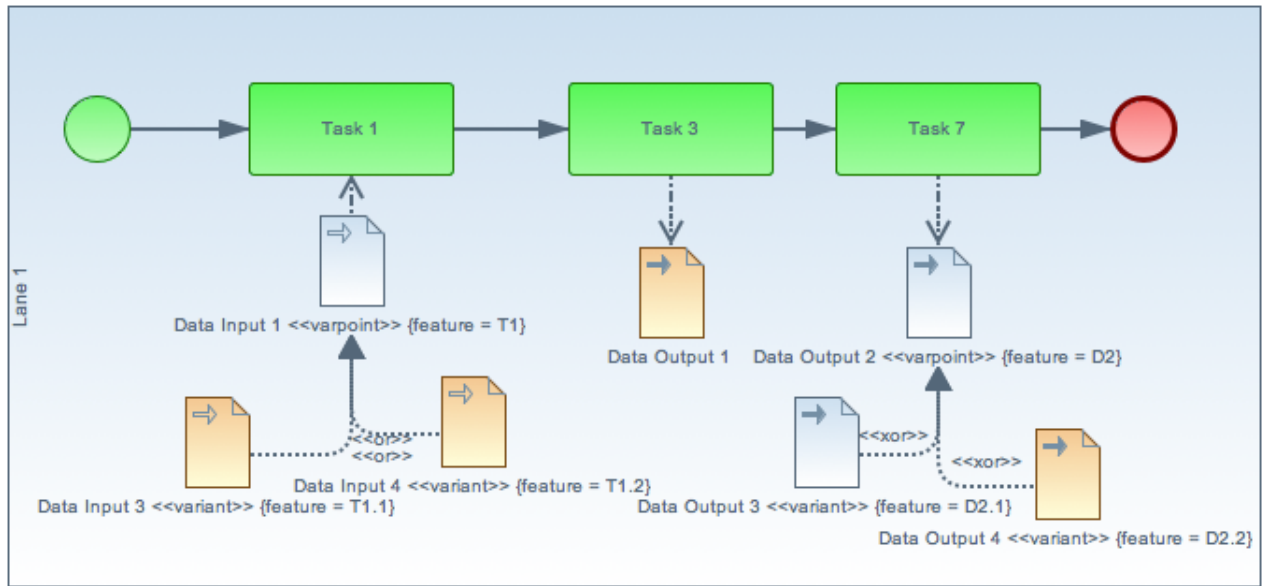
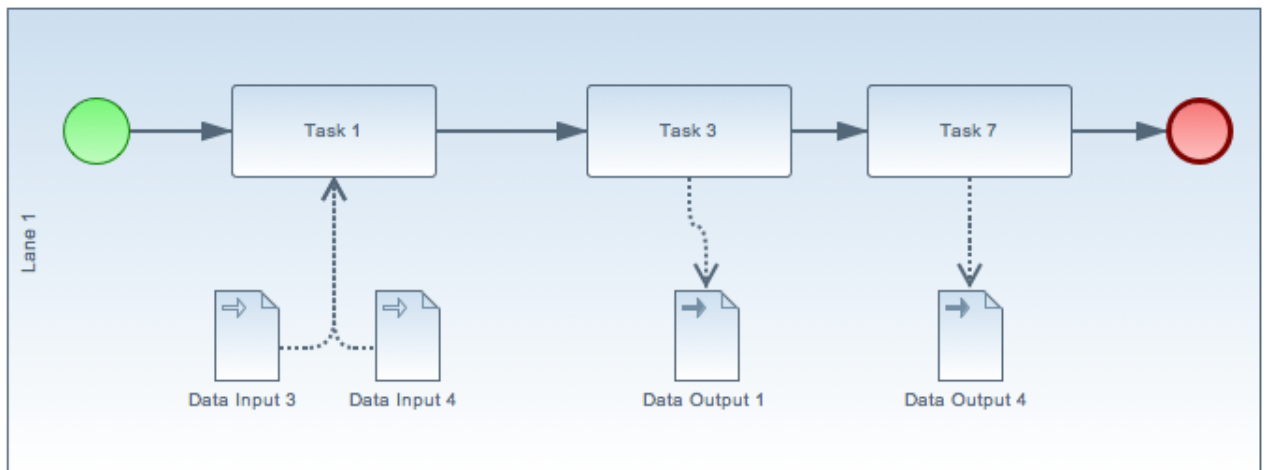


Figura 3.20 – Exemplo de PDO com objeto de dados.



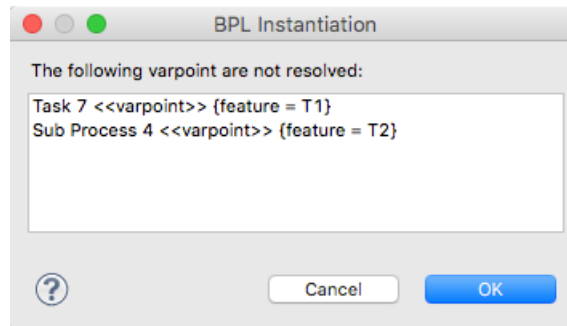
uma notificação com as pendências do modelo de configuração, conforme exibido na Figura 3.22.

Figura 3.21 – Botão com comando de instanciação de LPN.



Uma vez que todas as variabilidades do modelo tenham sido configuradas pelo analista de negócio, uma cópia do modelo de configuração é armazenada na pasta *Instantiated* para que seja utilizado em futuras instanciações. Por meio da classe *Instantiate* um novo PDO é obtido e por sua vez este é armazenado na pasta *BusinessProcessDiagram*. Ambas as pastas *Instanciating* e *Instantiated* podem conter vários modelos de configuração.

Figura 3.22 – Exemplo de notificação indicando pontos de variação não configurados.



Os métodos `alignShapes` e `moveShape` da classe `Instantiate` foram implementados para fins de reorganizar a posição dos elementos do PDO obtido de maneira a melhorar sua legibilidade. Para calcular a nova posição de um elemento levou-se em consideração a posição relativa do elemento precedente e assim por diante. Para casos em que houvessem elementos do tipo *gateway* e para manter a simetria, o ajuste da posição foi baseado no número total de elementos entre os *gateways*.

A seguir são apresentados os atributos adicionados aos elementos *Activity* e *ItemAwareElement* do BPMN2 Modeler para que fosse possível implementar a instanciação de LPNs de forma satisfatória.

- **check** - Atributo do tipo booleano para representar um ponto de variação ou variante escolhido.
- **solved** - Atributo do tipo booleano para representar um ponto de variação com estereótipo «*xor*» resolvido, isto é, quando uma de suas variantes foi escolhida.
- **seq** - Atributo do tipo inteiro para representar a ordem de determinado elemento selecionado no fluxo do processo novo. Seu intervalo varia de acordo com o número de variantes selecionadas.
- **gateway** - Atributo do tipo *string* que representa o tipo de *gateway* que irá gerenciar o fluxo entre as variantes selecionadas que possuírem o mesmo valor do atributo **seq**. Podem ser do tipo *XOR (Exclusive)*, *OR (Inclusive)* ou *Parallel*.
- **instanceName** - Atributo do tipo *string* para permitir que o analista de negócio altere o nome do elemento para se tornar mais significativo ao negócio.
- **showInstanceName** - Atributo do tipo booleano para controlar o conteúdo da representação gráfica de um elemento. O analista pode optar por alterar o nome do elemento e alterar sua visibilidade a qualquer momento.

- **specsName** - Atributo do tipo *string* que armazena as especificações do elemento, isto é, se o elemento é um ponto de variação ou uma variante e a rastreabilidade com o modelo de *features*.
- **condition** - Atributo do tipo *string* para representar a condição de cada fluxo do *gateway*.

Após o término da evolução do *plugin* BPL-Framework 1.0 para a versão 2.0 para apoiar o processo EPN da GLPN, foi realizado o *build* do projeto por meio do Maven (MAVEN, 2016). O Maven é um *plugin* para Eclipse que gerencia as dependências de um projeto bem como as atividades relacionadas à construção do projeto. O binário do BPL-Framework 2.0 foi disponibilizado com o apoio do Bintray (BINTRAY, 2016), uma plataforma de disponibilização e publicação de softwares *open source* com uma comunidade interativa de compartilhamento de informações.

Neste momento, o BPL-Framework 2.0 possibilita a criação e instanciação de LPNs, em conformidade com os processos EDN e EPN da abordagem GLPN. Uma nova visão geral da GLPN é apresentada na Figura 3.23 levando em consideração a substituição do formulário de configuração da versão anterior para o modelo de configuração e a possibilidade de representação de LPNs compostas por vários TMPNs.

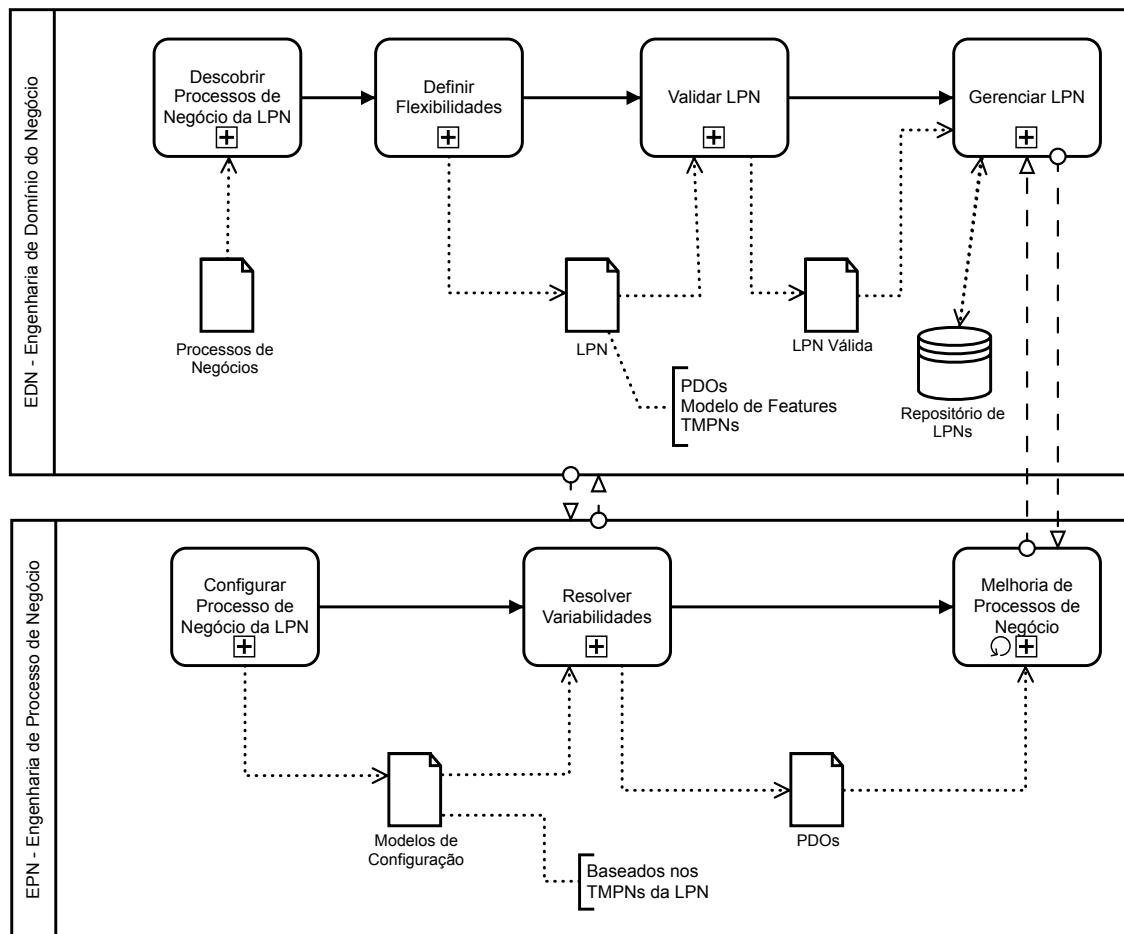
### 3.3 Trabalhos e ferramentas relacionados

Nesta seção é apresentado um levantamento de trabalhos e ferramentas similares ao BPL-Framework 2.0 no contexto de áreas de Engenharia de Linha de Produto de Software e Linhas de Processo de Negócio.

Dos trabalhos analisados Ognjanovic et al. (2012), Ye et al. (2007), Rocha (2012), Gimenes, Fantinato e Toledo (2008), Gottschalk e Rosa (2010), Cognini et al. (2015) consideram a fase de instanciação de LPNs. Os três primeiros trabalhos Ognjanovic et al. (2012), Ye et al. (2007), Rocha (2012) não possuem apoio computacional, apenas tratam de abordagens para a gestão de LPNs. Dentre os trabalhos que possuem uma ferramenta de apoio à gestão de LPNs, Gimenes, Fantinato e Toledo (2008) possuem como instância da linha um software, os demais possuem como instância um modelo de processo de negócio.

O trabalho de Ognjanovic et al. (2012) envolve a adoção de algoritmos genéticos (AG) no processo de obtenção da instância da LPN. Mais especificamente, utilizam AGs com o objetivo de avaliar diferentes combinações de serviços que satisfazem os limites definidos no *Business Process Model Families* (BPMF) e no modelo de *features* correspondente, de forma a otimizar as preferências dos *stakeholders*. Porém, esse estudo não apresenta uma ferramenta de apoio computacional diferentemente da abordagem GLPN.

Figura 3.23 – Abordagem GLPN apoiada pelo BPL-Framework 2.0.



Em Ye et al. (2007), os modelos de processo de negócios da LPN são descritos em BPEL (*Business Process Execution Language*). BPEL é uma linguagem responsável pela definição e execução de processos de negócios, especificando de acordo com as atividades como acontece a comunicação e o relacionamento entre *web services*. A facilidade na exposição das funcionalidades da organização através de *web services* é vista como um incentivo ao uso de tal linguagem (MOREIRA et al., 2011). Nesse trabalho, as variabilidades são resolvidas manualmente durante a instanciação da LPN.

Ye et al. (2007) afirmam que a decisão de pontos de variação pode afetar as decisões de variantes e vice-versa. As decisões podem ser tomadas por meio de duas formas: por seleção e por configuração. A primeira forma determina se uma atividade de negócio com um tipo de variabilidade opcional ou comum é selecionada ou não. O segundo tipo de decisão é tomado quando uma atividade de negócio com variabilidades internas, tais como variantes de dados, desvios ou eventos podem ser configurados por meio de parâmetros ou mensagens. Diferentemente desse trabalho, o BPL-Framework 2.0 apoia somente a resolução de variabilidades por seleção. Porém, o trabalho de Ye et al. (2007) não apresenta ferramenta computacional de apoio à instanciação de LPNs.

Rocha (2012) apresenta uma abordagem que cobre todo o ciclo de vida de uma LPN, denominada *DynPL4BPM* (*Dynamic Product Line for Business Process Management*), e visa atender as necessidades de organizações interessadas em realizar processos de negócio, por meio de um alinhamento de princípios de LPN e *Service-oriented Architecture* (SOA). A fase de instanciação é responsável pelo refinamento do Modelo de Domínio do Processo de Negócio e pela geração do produto final por meio da adaptação de uma arquitetura genérica comum (arquitetura da LPN) e artefatos reusáveis, criados na fase de criação da LPN. Como limitação, Rocha (2012) não apresenta uma ferramenta que permita o apoio automatizado para criação dos artefatos utilizados pela abordagem *DynPL4BPMN*.

Gimenes, Fantinato e Toledo (2008) desenvolveram um conjunto de ferramentas denominado *FeatureContract*, com o objetivo de apoiar computacionalmente a abordagem proposta. Essas ferramentas são, em sua maioria, *plugins* do Eclipse, sendo eles *Feature Plugin* (KIM et al., 2004), *WSDL Editor* (SALTER, 2015), *XML Editor* (SALTER, 2015) e *ActiveBpel Designer* (ABBASI, 2015). Duas das ferramentas foram desenvolvidas nesse trabalho: *XSLTransformer*, que apoia a transformação automática de um conjunto de modelos de *features* para uma versão inicial de um *template* de *e-contracts*; e *WS-Contract Factory*, que apoia de forma automática a instanciação do produto final, baseando-se no *template* de *e-contracts*.

Tanto o trabalho de Rocha (2012) quanto o trabalho de Gimenes, Fantinato e Toledo (2008) obtém como instância um produto de software, diferentemente do BPL-Framework 2.0 que obtém-se um modelo de processo de negócio, por isso o BPL-Framework 2.0 não se preocupa com aspectos relacionados à arquitetura de software.

Gottschalk e Rosa (2010) propuseram uma estratégia de instanciação de modelos de processos de negócio baseada em questionários. Os autores afirmam que configurar um modelo C-YAWL (ROSA et al., 2011) para atender os requisitos de uma configuração específica pode exigir que o usuário tenha experiência na notação YAWL bem como no domínio de aplicação. Um conjunto de ferramentas denominado Synergia foi desenvolvido para apoiar a criação e instanciação de modelos de processos de negócio. No BPL-Framework 2.0 a resolução de variabilidades é facilitada pois possui uma característica visual, baseada na opção de seleção da variabilidade desejada. Além disso, diferentemente do BPL-Framework 2.0, a ferramenta de Gottschalk e Rosa (2010) não ajusta automaticamente a posição original dos elementos da instância, podendo afetar sua legibilidade e por utilizarem a abordagem C-YAWL não permitem a representação de objetos de dados de entrada e/ou saída.

O trabalho de Cognini et al. (2015) apresenta uma ferramenta de modelagem denominada *Business Process Feature Model* (BPFM), com suporte à representação e instanciação de modelos de processos de negócio. A abordagem é organizada em quatro fases. A primeira fase consiste na modelagem de um processo de negócio (BP) configurável.

A segunda fase, de configuração, permite selecionar quais atividades e objetos de dados farão parte da instância. A terceira fase consiste na obtenção de um fragmento do BP de forma automática. Na quarta e última fase, especialistas do domínio adicionam manualmente fluxos de sequência, *gateways*, eventos e mais detalhes de organização de modo que o BP variante esteja completo de acordo com os requisitos. Como limitações, a ferramenta não possui verificação de correteza na fase de configuração, bem como não aponta possível presença de erros na fase de modelagem, ao contrário do BPL-Framework 2.0 que realiza uma validação na conexão entre variantes e pontos de variação na fase Definir Flexibilidades da EDN e no modelo de configuração na fase Resolver Variabilidades da EPN.

Diante do exposto, observa-se uma carência na literatura em abordagens de gestão de LPNs apoiadas por ambientes computacionais que abrangem a representação e modelagem de variabilidades em elementos do tipo objeto de dados, além da validação e verificação de correteza dos artefatos.

### 3.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada a evolução da ferramenta computacional BPL-Framework, um *plugin* do Eclipse, que provê apoio para a documentação, criação e instanciação de LPNs com base na abordagem GLPN utilizando as notações BPMN, BPMN\* e FM. O BPL-Framework 2.0 colaborou no aprimoramento da fase Definir Flexibilidades da GLPN, possibilitando a criação de mais de um TMPN e substituindo o formulário de configuração pelo modelo de configuração, baseado no TMPN.

As principais dificuldades encontradas no desenvolvimento foram em relação à inserção de novos elementos do tipo *gateway* na instância da LPN. Reutilizou-se o método de adição de elementos do *plugin* BPMN2 Modeler alterando seu comportamento para que fosse possível adicionar *gateways* de forma programática, por meio do método `createGateway` da classe `Instantiate` na instância quando um conjunto de variantes possuía ordens iguais de sequência de execução.

Outro obstáculo esteve no ajuste de posicionamento dos elementos da instância da LPN, que foi solucionado observando as coordenadas de elementos próximos ao elemento a ser ajustado. Por fim, houveram dificuldades na etapa de obtenção do PDO devido as variabilidades representadas em objetos de dados. Não havia métodos diretos de acesso às variantes do tipo objeto de dados porém, uma vez encontrada uma variante desse tipo, era possível acessar diretamente o ponto de variação correspondente. Então foi definido um método alternativo de acesso a essas variantes por meio de comparações de uma lista com todos os objetos de dados do modelo de configuração para descobrir se determinado objeto de dados do tipo variante possuía associação direta à determinado ponto de variação do tipo objeto de dados em análise no momento.



O BPL-Framework 2.0 apoia as fases *Descobrir Processos do Domínio do Negócio* e *Definir Flexibilidades* do processo de Engenharia do Domínio do Negócio (EDN) e as fases *Configurar Processo de Negócio* e *Resolver Variabilidades* do processo de Engenharia do Processo de Negócio (EPN) da GLPN. Os benefícios de uma abordagem apoiada computacionalmente envolvem redução do tempo e custo para criação e instanciação de LPNs. Com isso é possível apoiar administradores e consultores em processos de negócios na obtenção de modelos de processos de negócios de domínios distintos com custos reduzidos para as empresas colaborando para o crescimento e vantagem competitiva das mesmas.

## 4 Avaliação do BPL-Framework

Neste capítulo é apresentada uma avaliação do BPL-Framework 2.0 realizada por alunos do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação e pesquisadores da área de Engenharia de Software com diferentes níveis de conhecimento em LPN. Essa avaliação teve como intuito analisar a instanciación desse tipo de linha, com o apoio da norma ISO/IEC 25000 (ISO, 2011a), especificamente a norma ISO/IEC 25040 (ISO, 2011a), que define o processo de avaliação de produtos de software, e a norma ISO/IEC 25010 (ISO, 2011b), que estabelece atributos de qualidade de um produto de software.

Uma avaliação da primeira versão do BPL-Framework, que oferece apoio computacional para a criação de LPNs, foi realizada no primeiro semestre de 2015 (TERENCIANI et al., 2015a). Os resultados obtidos indicam que a maioria dos avaliadores ficou satisfeita com o BPL-Framework quanto a sua adequação funcional, operabilidade e transferabilidade; e que nenhum avaliador relatou insatisfação no uso do arcabouço computacional. A ferramenta foi bem avaliada quanto à instalabilidade e, levando em consideração que para realizar a instanciación de uma LPN a ferramenta teve que ser instalada para a criação da mesma, então esse requisito não será considerado durante a avaliação do BPL-Framework 2.0.

Na Seção 4.1 é apresentado o planejamento da avaliação realizada, contendo os requisitos da avaliação, as questões que foram respondidas e as métricas correspondentes. Em seguida, na Seção 4.2, apresentam-se todos os passos do projeto da avaliação, em conformidade com a norma ISO/IEC 25040 (ISO, 2011a). Na Seção 4.2 são descritas as ameaças à validade da avaliação. Na Seção 4.3 são apresentados os passos seguidos para a execução da avaliação, bem como a análise dos resultados obtidos. Por fim, na Seção 4.4 são apresentadas as considerações finais do capítulo.

### 4.1 Estabelecer Requisitos de Avaliação e Especificar Avaliação

Os requisitos e a especificação da avaliação foram definidos com o apoio do paradigma *Goal-Question-Metric* (GQM) (BASILI; CALDIERA; ROMBACH, 1994), conforme apresentados a seguir. Inicialmente, foi definido o objetivo da avaliação com a indicação dos atributos de qualidade de produto de software (ISO/IEC 25010) de interesse para realizar a avaliação do módulo de instanciación da ferramenta BPL-Framework 2.0. Em seguida, um conjunto de questões foi estabelecido para caracterizar os atributos de qualidade de interesse. Por fim, um conjunto de métricas é definido, tomando como base Terenciani et al. (2015a), para responder de maneira quantitativa cada questão da avaliação.

**Objetivo:** Avaliar as funcionalidades do BPL-Framework 2.0 a partir da instanciação de uma LPN no domínio de locação, com base em: (I) subcaracterísticas de adequação funcional (acurácia), legibilidade e usabilidade (facilidade de aprendizado, facilidade de uso e atratividade) da norma ISO/IEC 25010 (ISO, 2011b); (II) corretude do PDO obtido da instanciação e (III) capacidade de reutilização de processos de negócio por meio de LPNs com apoio do BPL-Framework 2.0, do ponto de vista de engenheiros de processos de negócio.

**Questões:** Um conjunto de questões foi definido para caracterizar a forma como o alcance do objetivo desta avaliação será analisado. As questões tentam caracterizar a ferramenta com relação a um problema de qualidade selecionado e determinar sua qualidade do ponto de vista selecionado.

1. O BPL-Framework 2.0 possibilita a correta obtenção do modelo de configuração? (Acurácia)
2. O BPL-Framework 2.0 possibilita a correta obtenção do PDO? (Acurácia)
3. O BPL-Framework 2.0 é atrativo ao usuário? (Atratividade)
4. O BPL-Framework 2.0 é fácil de operar e controlar? (Facilidade de Uso)
5. O BPL-Framework 2.0 permite que o usuário aprenda como utilizá-lo? (Facilidade de Aprendizado)
6. O BPL-Framework 2.0 é fácil de operar ao criar o modelo de configuração da LPN? (Usabilidade)
7. O BPL-Framework 2.0 é fácil de operar ao resolver as variabilidades no modelo de configuração da LPN? (Usabilidade)
8. O BPL-Framework 2.0 é fácil de operar ao executar a instanciação da LPN? (Usabilidade)
9. O BPL-Framework 2.0 possibilita a obtenção dos PDO's de maneira legível? (Legibilidade)
10. O BPL-Framework 2.0 promove o reúso de processos de negócio por meio de LPN? (Reusabilidade)
11. O BPL-Framework 2.0 produz PDO's em conformidade com a descrição do processo de negócio? (Corretude)

**Métricas:** Para ajudar a responder as questões definidas com o apoio do GQM, relacionadas aos requisitos de avaliação (acurácia, atratividade, usabilidade, legibilidade, corretude e reusabilidade), foram definidas duas métricas, com base nas métricas propostas por Terenciani et al. (2015a), descritas a seguir.

As respostas da Métrica 1 são baseadas na escala de Likert e foram estabelecidas levando em consideração os seguintes graus de satisfação: totalmente satisfeito,

satisfeito, parcialmente satisfeito, insatisfeito e muito insatisfeito. Essa métrica é utilizada para responder quantitativamente as questões de 1 a 10. Adicionalmente, a questão 10 obteve uma avaliação de forma subjetiva, com base nas respostas dos avaliadores, quanto à reusabilidade promovida pelo BPL-Framework 2.0.

$$P1 = \frac{NR}{NA} \times 100 \quad (\text{Métrica 1})$$

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 a porcentagem das respostas dos avaliadores em um determinado requisito de avaliação.

A Métrica 2, utilizada para responder a questão 11, diz respeito à corretude do PDO gerado pela ferramenta com base nas variabilidades resolvidas pelo avaliador no modelo configuração. Para analisar a corretude do PDO foram consideradas a análise sintática, análise semântica e a análise de configuração desse modelo.

$$M1 = \frac{\sum_{i=1}^n erroSintatico_i + erroSemantico_i + erroConfig_i}{n} \quad (\text{Métrica 2})$$

onde *erroSintatico* corresponde à quantidade de erros sintáticos, *erroSemantico* corresponde à quantidade de erros semânticos, *erroConfig* corresponde à quantidade de erros de configuração,  $n$  é o número de avaliadores e  $M1$  é a média de erros cometidos pelos avaliadores.

## 4.2 Projeto da Avaliação

O primeiro passo do projeto da avaliação foi definir os avaliadores. Buscou-se selecionar avaliadores de diferentes níveis de conhecimento em LPNs com o apoio de um formulário de perfil (ver Apêndice B). Nesse formulário foi utilizada uma escala (nenhum, pouco, razoável, avançado) para a classificação do conhecimento dos avaliadores em diversos aspectos sobre LPNs.

Foram selecionados 14 avaliadores para participar da avaliação do BPL-Framework 2.0, dentre os avaliadores, alunos da disciplina de Desenvolvimento de Software do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Computação da UFMS do segundo semestre de 2016 e pesquisadores da área de Engenharia de Software. Todos os avaliadores 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.

A Tabela 4.1 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 processos de negócio. A partir dos resultados do formulário de perfil foi possível observar também que a maioria dos avaliadores (78,6%) possui alguma familiaridade sobre sistemas que controlam locação de bens materiais. Além disso, metade (50%) dos avaliadores possuem experiência prática na modelagem de negócios nesse domínio.

Tabela 4.1 – Nível de conhecimento dos avaliadores do BPL-Framework 2.0.

| Conceito                           | Nenhum | Pouco | Razoável | Avançado |
|------------------------------------|--------|-------|----------|----------|
| Modelagem de processos de negócios | 0      | 7     | 5        | 2        |
| Notação BPMN                       | 1      | 7     | 4        | 2        |
| Modelagem de variabilidades        | 1      | 9     | 2        | 2        |
| FM ( <i>Feature Model</i> )        | 1      | 9     | 3        | 1        |
| LPN                                | 2      | 8     | 1        | 3        |

Os artefatos utilizados pelos avaliadores para a instanciação da LPN de locação foram: uma descrição do processo de aluguel de vestidos, e os artefatos da LPN propriamente dita (FM do domínio de locação e o TPMN de locação em BPMN\*). As atividades da avaliação foram estabelecidas levando em consideração a instalação prévia da ferramenta. Para isso, foi elaborado e disponibilizado com antecedência um manual de instalação e de utilização (Apêndice G e H) do BPL-Framework 2.0. Durante o projeto da avaliação, foi definida também uma sequência de tarefas que os avaliadores deveriam realizar, conforme listada a seguir. A descrição completa de cada tarefa está disponível no Apêndice D.

1. Entender de maneira geral o módulo de instanciação do BPL-Framework 2.0, com base no treinamento oferecido e no manual de utilização (Apêndice H);
2. Realizar *Download* e importar a LPN de Locação para o Eclipse;
3. Criar modelo de configuração da LPN de Locação utilizando o BPL-Framework 2.0;
4. Entender a descrição do processo de negócio de Locação de Vestido (ver Apêndice E), cujo modelo será obtido a partir da instanciação da LPN;
5. Resolver as variabilidades no modelo de configuração da LPN de Locação para atender a descrição do processo de negócio de aluguel de vestido;
6. Obter o modelo de processo de negócio de aluguel de vestido;
7. Responder o formulário de avaliação do BPL-Framework 2.0;
8. Exportar a LPN de Locação para análise de corretude.

Foi oferecido um treinamento de duas horas aos avaliadores sobre variabilidade (ponto de variação e variantes), modelo de *features* e conceitos essenciais sobre LPS e

LPN e, por fim, foi fornecida uma visão geral sobre as principais funcionalidades do BPL-Framework (módulo de criação de LPN). O objetivo desse treinamento foi permitir aos avaliadores o uso do BPL-Framework e a familiarização com a sequência de passos que envolvem o módulo de criação de LPNs, sem abordar o processo de instanciação de LPNs para não comprometer a avaliação da ferramenta pelos avaliadores. Os avaliadores tiveram uma boa experiência com o módulo de criação do BPL-Framework. O autor ficou disponível durante o treinamento e avaliação para solucionar dúvidas dos avaliadores, caso fosse necessário.

Para o registro da avaliação conduzida pelos avaliadores foi elaborado um formulário de avaliação (ver Apêndice C). Nele os avaliadores registraram o horário inicial e final de cada tarefa. Além disso, informaram o seu grau de satisfação em relação a cada requisito de avaliação, definido na Seção 4.1, bem como responderam de forma subjetiva sua opinião no que diz respeito à capacidade de reusabilidade de processos de negócio por meio de LPNs fornecidas pelo BPL-Framework 2.0.

## Ameaças à Validade

O tratamento de ameaças à validade possui o objetivo de garantir que os resultados produzidos sejam válidos. O agrupamento dos tipos de validade foi baseado na classificação descrita por Travassos, Gurov e Amaral (2002), considerando três tipos de validade: a validade de construção, que considera os relacionamentos entre a teoria e a observação; a validade interna, que determina que o resultado não é influenciado por outro fator não controlado ou não medido; e a validade externa, que determina o quanto é possível generalizar os resultados de uma avaliação para a população real que se deseja investigar.

### *Validade de construção:*

- **Falta de habilidade no uso da ferramenta:** os avaliadores devem resolver as variabilidades do modelo de configuração para atender a descrição do processo de negócio fornecido, dessa forma, a falta de habilidade de uso da ferramenta poderia influenciar nos resultados da avaliação. Para eliminar essa possibilidade e contornar o risco de familiaridade do avaliador com a ferramenta, foi realizada uma apresentação sobre conceitos essenciais de LPS e LPN, e foi dado um treinamento de duas horas para os avaliadores utilizando a ferramenta com ênfase somente na criação de uma LPN, pertencente ao domínio de vendas, o qual é diferente do domínio da LPN utilizada na avaliação.
- **Domínio fornecido para instanciação:** uma possível ameaça seria experiência prévia por parte dos avaliadores com o domínio selecionado influenciar na execução da avaliação. Dessa forma, no formulário de perfil do avaliador foram inseridas questões

a respeito do conhecimento prévio no domínio, para que os resultados dos avaliadores com experiência prévia no domínio fossem analisados de maneira diferenciada.

#### ***Validade interna:***

- **Interferência no desempenho:** Como o tempo gasto durante a instanciação foi um indicador selecionado para analisar a eficiência, pode-se argumentar que a medida de eficiência pode ser influenciada pelo tempo gasto na leitura e compreensão da descrição do processo de negócio por parte de cada avaliador. Para eliminar essa possibilidade, o procedimento de leitura e entendimento do processo de negócio, cujo PDO deve ser obtido por meio da instanciação da LPN, foi realizado antes do início da instanciação da LPN, antes da tarefa de configuração da LPN (Tarefa 5).

#### ***Validade externa:***

- **Ambiente do estudo versus ambiente real:** a descrição do processo de negócio de aluguel de vestido foi produzida para ser utilizada em um estudo de caso realizado por Landre (2012) e aproveitada para ser utilizada na execução desta avaliação. Portanto, seria possível que essa descrição não representasse uma situação real. Para eliminar essa possibilidade foi considerada a descrição de um processo em um domínio de locação, que já foi estudo em trabalhos anteriores (LADEIRA et al., 2008). Essa descrição foi elaborada com base nos padrões de análise, relacionados à locação, de uma linguagem de padrões, denominada GRN, que possui padrões relacionados a manutenção, comercialização e locação de qualquer tipo de recurso (BRAGA; GERMANO; MASIERO, 1999).

### 4.3 Execução e Conclusão da Avaliação

Nesta seção são apresentados os dados coletados durante a condução da avaliação e são apresentadas conclusões em relação aos dados obtidos por meio dos formulários disponibilizados e preenchidos pelos avaliadores.

#### Identificação de *outliers*

Primeiramente, foi realizada uma análise de dados da avaliação com o intuito de identificar os *outliers*, isto é, aqueles que apresentam um grande afastamento das demais séries de dados (WOHLIN et al., 2000).

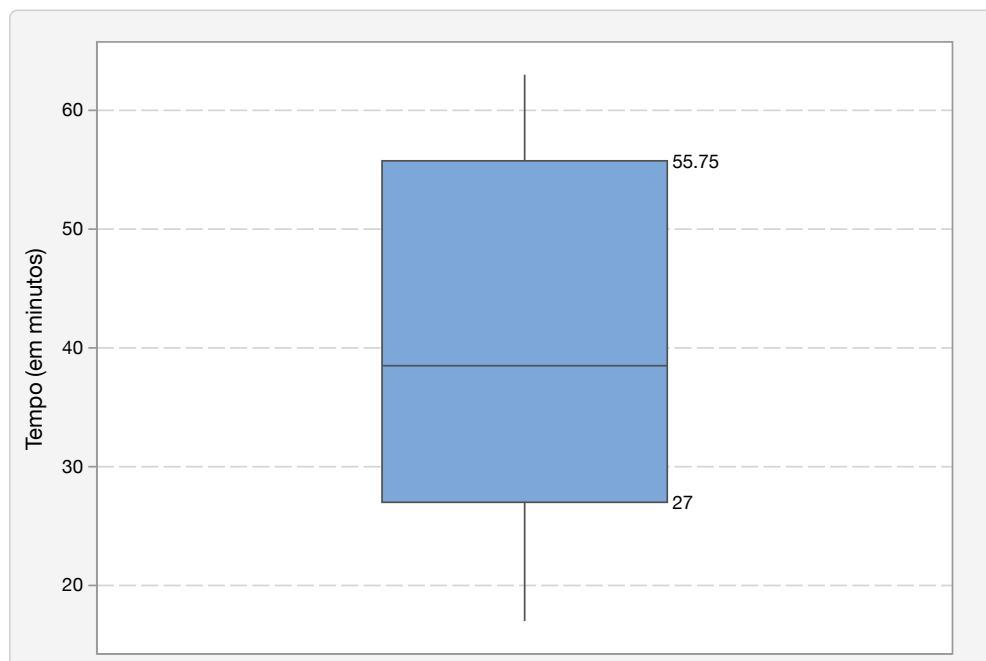
Para auxiliar na identificação dos *outliers*, foi obtido um gráfico do tipo *box-plot*. Esse tipo de gráfico permite realizar comparações visuais por meio de cinco variáveis

(menor número da série ( $MIN$ ), primeiro quartil ( $Q1$ ), mediana ( $MED$ ), terceiro quartil ( $Q3$ ) e maior número da série ( $MAX$ )). Um gráfico *box-plot* é formado por uma caixa, de  $Q1$  a  $Q3$ , construída paralelamente ao eixo da escala de dados (horizontal ou vertical). 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 são representados pelo símbolo asterisco (\*).

Com base nos dados obtidos por meio do formulário de avaliação, o tempo gasto pelos avaliadores foi calculado obedecendo a fórmula  $T_{(total)} = \sum_{i=1}^n T_{(final)_i} - T_{(inicial)_i}$ , onde  $n$  equivale ao número de tarefas executadas. Esse tempo foi utilizado para elaborar um *box-plot* (Figura 4.1), em que foi constatada a inexistência de *outliers* em relação ao tempo.

Figura 4.1 – Identificação de *outliers* em relação ao tempo total da avaliação.



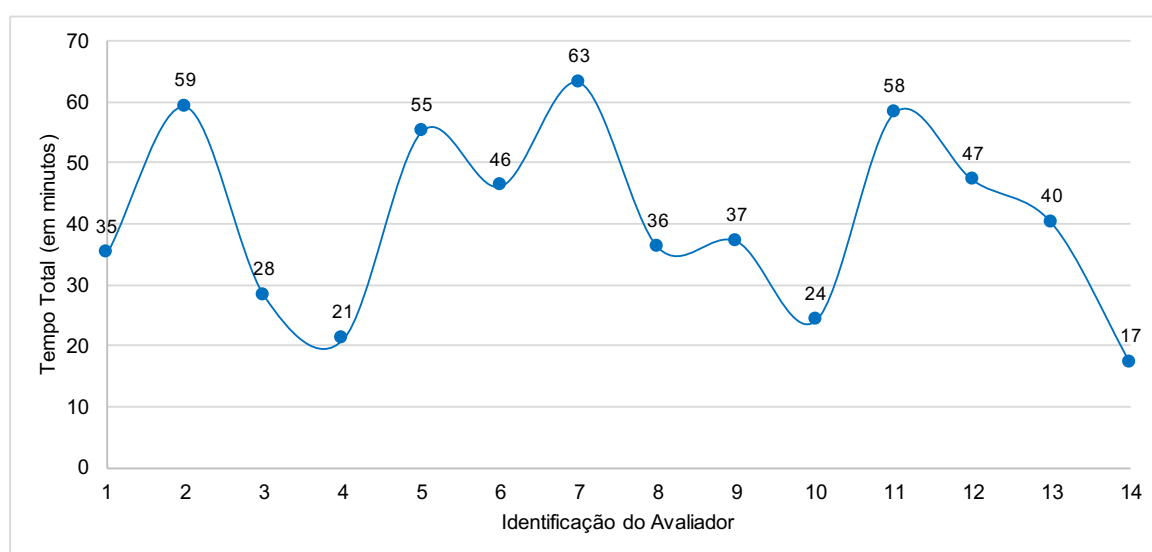
## Tempo empregado na realização das atividades

Os avaliadores realizaram a avaliação em local e horário definidos e responderam o formulário de avaliação. A partir do tempo inicial e final de cada tarefa, obtido por meio do formulário, foi possível observar que o tempo médio exigido na execução de todas as tarefas foi de 40 (quarenta) minutos, com desvio padrão de 15 (quinze) minutos.



A partir dos dados relacionados ao tempo total empregado pelos avaliadores durante a realização das atividades (Figura 4.2) juntamente com o formulário de perfil, um aspecto a ser observado é que dois avaliadores (ID's 4 e 9) que possuem pouco conhecimento em modelagem de processos de negócios e nenhuma experiência prática em LPNs despenderam, em média, um tempo 1,3 vezes menor (29'00") que o tempo médio dos avaliadores. Outro aspecto a ser observado é que o avaliador (ID 14) com nível alto de conhecimento em LPNs empregou um tempo proporcional 2,4 vezes menor (17'00") que o tempo médio dos avaliadores.

Figura 4.2 – Dispersão do tempo total de avaliação por avaliador.

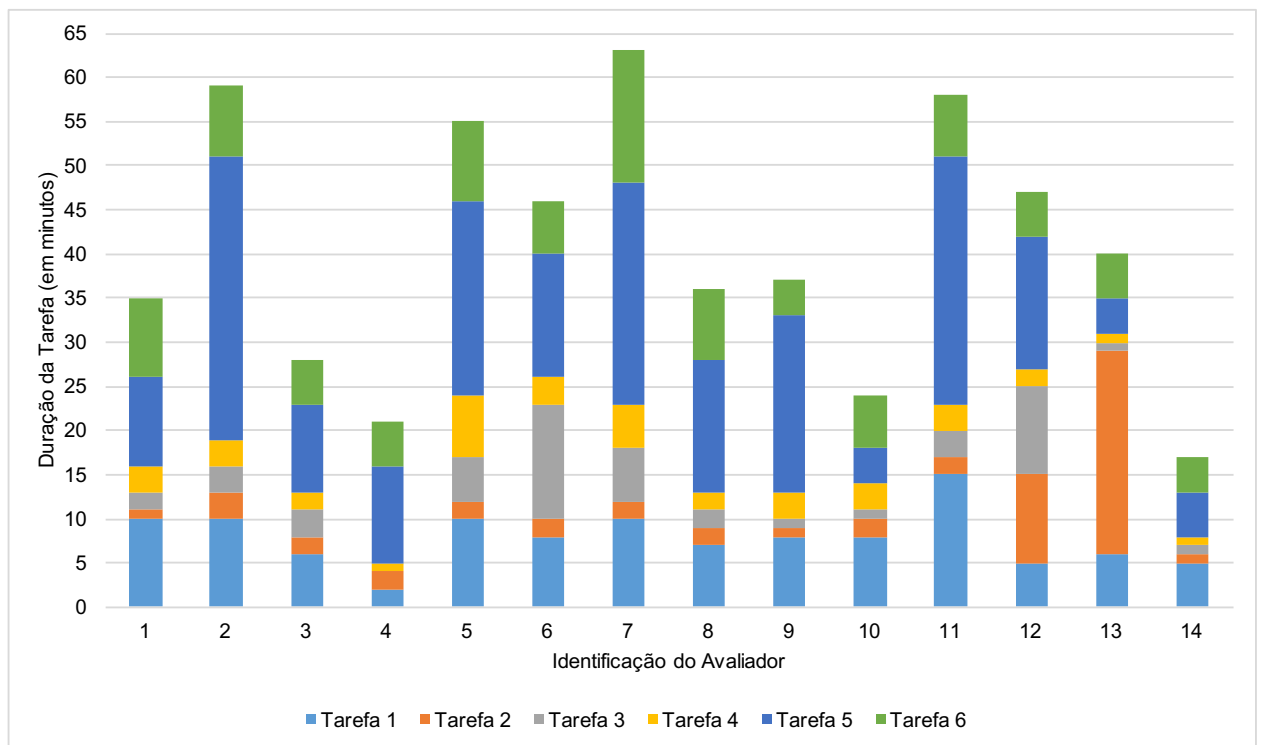


A partir da Figura 4.3 pode-se observar o tempo gasto pelo avaliador em cada tarefa da avaliação. Em média a tarefa que os avaliadores gastaram menos tempo (02'47") foi o procedimento de leitura e entendimento da descrição do processo de negócio de aluguel de vestido (Tarefa 4), por se tratar de um processo pequeno e de baixa complexidade. A tarefa que os avaliadores gastaram mais tempo em média (15'21") foi de resolver as variabilidades no modelo de configuração baseado na LPN de locação (Tarefa 5). Essa tarefa exigiu mais tempo devido às consultas ao manual de utilização e à descrição do processo de negócio, além de uma análise cuidadosa aos pontos de variação e suas respectivas variantes.

Os avaliadores mais experientes (IDs 10, 12, 13 e 14) resolveram as variabilidades no modelo de configuração (Tarefa 5) com o tempo médio de 7 (sete) minutos, tempo médio 2,6 vezes menor que o tempo médio dos demais avaliadores (18'42"). Outra observação corresponde à tarefa de importação da LPN de locação para o Eclipse (Tarefa 2), os avaliadores com ID 12 e 13 empregaram um tempo médio proporcional (16'30") 8 (oito) vezes maior que o tempo médio (01'54") dos demais avaliadores. Essa considerável diferença de tempo ocorreu pelo fato dos avaliadores com ID 12 e 13 terem levado em consideração o tempo de *download* do arquivo contendo os artefatos necessários para a avaliação.

Landre (2012) apresentou um estudo de caso para avaliar a eficiência da instanciação da LPN de locação, utilizada na avaliação deste trabalho. Nesse estudo de caso, a resolução das variabilidades e a obtenção do PDO foi feita de maneira manual. O tempo total gasto nas tarefas realizadas pelos participantes foi em média de 25 (vinte e cinco) minutos, enquanto na avaliação do BPL-Framework 2.0 a tarefa correspondente foi realizada com o tempo médio de 15 (quinze) minutos.

Figura 4.3 – Dispersão do tempo gasto pelo avaliador em cada tarefa.



## Corretude do modelo de processo de negócio obtido

Para analisar a corretude do modelo elaborado pelos avaliadores na execução da avaliação, foram consideradas a análise sintática, a análise semântica e a análise de configuração do modelo obtido pelo avaliador. Na análise sintática, é observado se o modelo está em conformidade com a sintaxe da notação BPMN. Na análise semântica, foi analisada a conformidade do modelo com a descrição do processo de negócio de aluguel de vestido. Na análise de configuração as variantes selecionadas foram consultadas para averiguar se possuíam o nome de instância correto em relação ao contexto do processo de negócio.

Nenhum erro sintático foi encontrado nos modelos obtidos pelos avaliadores. Embora a ferramenta permita a modelagem de processos de negócios por meio da notação BPMN, os avaliadores não tiveram a necessidade de construir o modelo de configuração da LPN de locação, esse artefato é obtido de forma automática por meio da ferramenta pelo avaliador

no início da avaliação. Dessa forma, os avaliadores tiveram apenas como tarefa principal da avaliação selecionar no modelo de configuração as variantes adequadas para atenderem a descrição fornecida do processo de negócio de aluguel de vestido.

Para apoiar a análise semântica, foi elaborado um modelo de processo de negócio (PDO) que representa corretamente o processo de aluguel de vestido, para ser utilizado como gabarito durante a análise. Como pode ser observado na Figura 4.4, houve uma baixa incidência de erros semânticos ocasionados pelos avaliadores. Nenhum avaliador cometeu erros sintáticos ou de configuração.

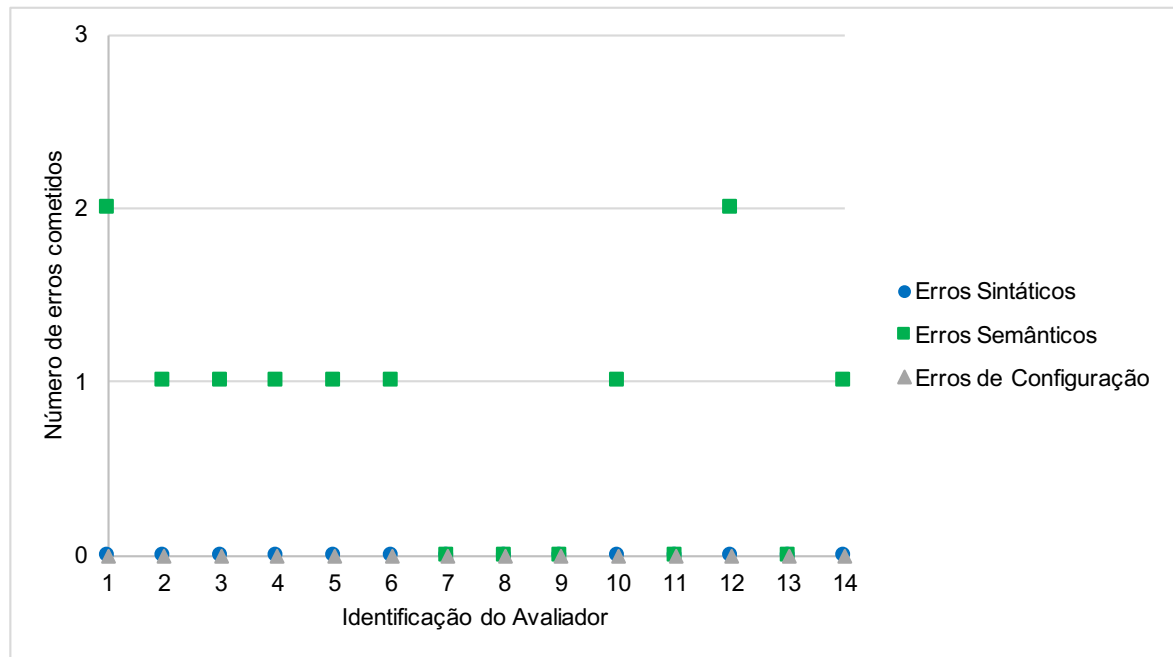
A partir dos dados relacionados à corretude do modelo obtido pelos avaliadores com o apoio do BPL-Framework 2.0, foi possível observar que 50% dos avaliadores (sete) cometeram somente um erro semântico e apenas 14% dos avaliadores (dois) cometeram dois erros semânticos.

O erro semântico mais cometido pelos avaliadores foi não selecionar o objeto de entrada *Relatório Parcial* na atividade *Registrar Devolução*. Esse erro pode ter sido cometido pois os avaliadores não notaram a necessidade de selecionar novamente o objeto de dado, uma vez que todos selecionaram o *Relatório Parcial* como objeto de saída na atividade *Verificar Condição do Material*. Embora o objeto em questão fosse um ponto de variação do tipo opcional, o mesmo deveria estar presente conforme descrição do processo de negócio fornecido. Além desse, outros dois erros foram identificados e são relacionados à seleção de objetos de dados.

Outro erro semântico, cometido pelo avaliador com ID 12, ocorreu pelo fato do mesmo não ter selecionado a atividade *Verificar Condição do Material*, embora também fosse um ponto de variação do tipo opcional, a descrição do processo de negócio ilustrava a necessidade dessa atividade no modelo. Na análise de configuração, nenhum erro foi encontrado, pois os nomes de instância utilizados nas variantes selecionadas pelos avaliadores estavam dentro do contexto do processo de negócio de aluguel de vestido. De acordo com a métrica definida para a questão de corretude do modelo de processo de negócio, foi possível obter uma média de 0,78 erros cometidos por avaliador.

Em um trabalho anterior do grupo de pesquisa em Engenharia de Software da Facom/UFMS, Landre (2012) conduziu uma avaliação com o objetivo de analisar a eficiência da abordagem GLPN durante a instanciação, utilizando a mesma LPN do domínio de locação deste trabalho de mestrado. Participaram da avaliação conduzida por Landre (2012) quatro participantes, sendo dois deles com pouca ou nenhuma experiência em modelagem de processos de negócio e outros dois com experiência prática em modelagem de processos de negócio. Após a análise de corretude dos modelos elaborados na avaliação o autor observou que os participantes do experimento cometeram em média 12 (doze) erros de configuração, sendo 14 (quatorze) o maior número de erros cometidos por um participante, enquanto os avaliadores do BPL-Framework 2.0 não cometeram nenhum erro

Figura 4.4 – Quantidade de erros encontrados nos modelos obtidos.



desse tipo. Esse resultado é devido a facilidade de configurar um nome de instância para as variantes no momento de resolver as variabilidades, além da validação realizada pela ferramenta para garantir que as variantes sejam adequadamente selecionadas de acordo com o tipo de variabilidade («or» e «xor») estabelecido durante a criação da linha. O autor complementa que o alto índice de erros de configuração sugere a necessidade de adoção de ferramentas computacionais para apoiar a abordagem GLPN.

### Grau de satisfação dos avaliadores no uso do BPL-Framework 2.0

As Figuras 4.5 e 4.6 foram obtidas a partir das respostas dos avaliadores em relação aos requisitos de avaliação apreensibilidade, atratividade, acurácia, legibilidade, reusabilidade, operacionalidade e satisfação geral. Inicialmente, é possível observar que em nenhum dos requisitos de avaliação os avaliadores classificaram o seu grau de satisfação como Insatisfeito ou Totalmente Insatisfeito.

A partir dos dados apresentados na Figura 4.5 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, no requisito apreensibilidade, atributo que corresponde à capacidade de entender como a ferramenta funciona, 57% dos avaliadores ficaram satisfeitos, enquanto que 43% dos avaliadores ficaram totalmente satisfeitos.

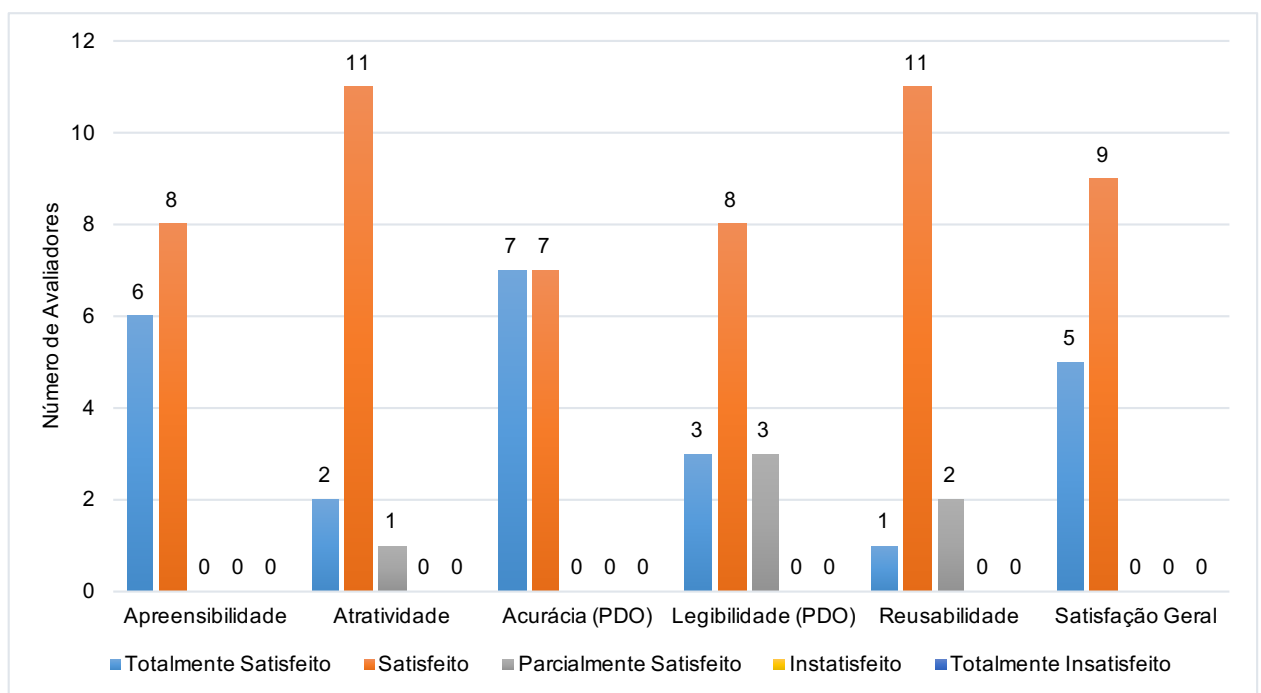
Quanto à atratividade, atributo que versa sobre a capacidade da ferramenta ser atraente para o usuário, 78,5% dos avaliadores ficaram satisfeitos, enquanto que 14,5% ficaram totalmente satisfeitos e apenas 7% dos avaliadores se demonstraram parcialmente

satisfeitos. A justificativa dos avaliadores apontou um baixo número de mensagens informativas na utilização da ferramenta. À respeito da acurácia, que avalia a capacidade da ferramenta obter, com o grau de precisão necessário, o PDO conforme a descrição do processo de negócio, 50% dos avaliadores ficaram satisfeitos e outros 50% ficaram totalmente satisfeitos.

O requisito legibilidade permitiu avaliar a satisfação dos avaliadores quanto à capacidade do BPL-Framework 2.0 possibilitar a obtenção dos PDOs de maneira legível. Algumas práticas foram agregadas para dar mais legibilidade no processo de obtenção dos PDOs, como enfatizar por meio de cores as variantes selecionadas no modelo de configuração. Dessa forma, 21,5% dos avaliadores ficaram totalmente satisfeitos e 57% dos avaliadores ficaram satisfeitos. Nesse requisito outros 21,5% dos avaliadores ficaram parcialmente satisfeitos, pois relataram a necessidade de alterar a posição relativa dos elementos no PDO obtido para uma melhor visibilidade.

Outro requisito de avaliação do BPL-Framework 2.0 foi quanto à reusabilidade de processos de negócio por meio de LPN, sendo que 78,5% dos avaliadores ficaram satisfeitos, enquanto que 14,5% ficaram parcialmente satisfeitos e 7% dos avaliadores se demonstraram totalmente satisfeitos. Os avaliadores afirmaram que a ferramenta tornou simples a instanciação de uma LPN, contribuindo de forma satisfatória para a reusabilidade de modelos de processos de negócios.

Figura 4.5 – Número de avaliadores por grau de satisfação.

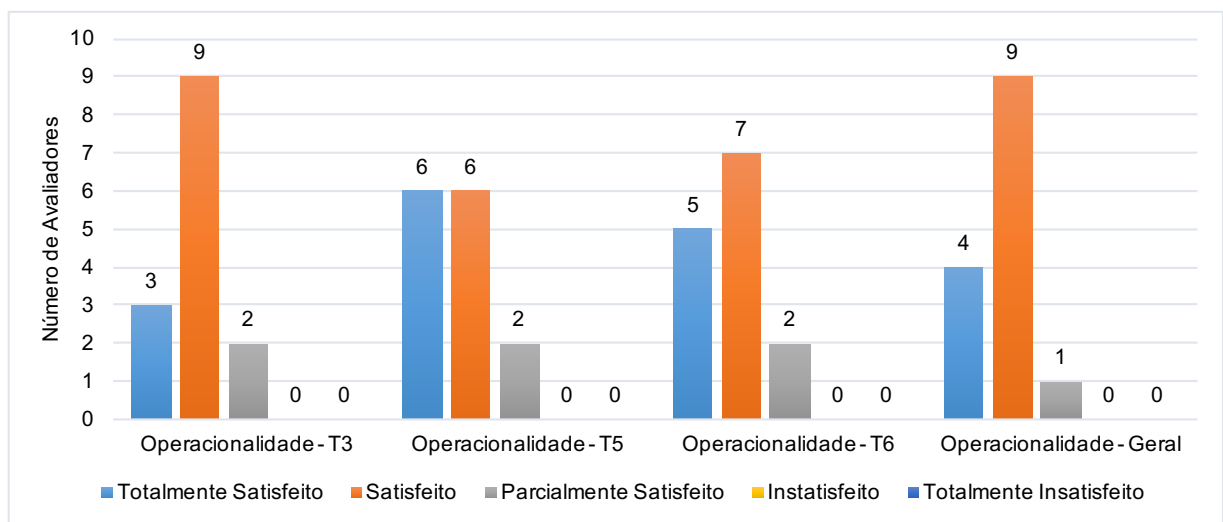


Como pode ser observado na Figura 4.6, o requisito operacionalidade foi avaliado

em tarefas específicas, isto é, a capacidade da ferramenta de possibilitar ao usuário operá-la e controlá-la. Na tarefa T3, que corresponde à tarefa de obter o modelo de configuração, 14,3% dos avaliadores ficaram parcialmente satisfeitos, 64,3% dos avaliadores ficaram satisfeitos e 21,4% dos avaliadores ficaram totalmente satisfeitos.

Na tarefa T5, que corresponde ao procedimento de resolver as variabilidades no modelo de configuração da LPN de locação, 14,3% dos avaliadores ficaram parcialmente satisfeitos, 42,9% dos avaliadores ficaram satisfeitos e outros 42,9% ficaram totalmente satisfeitos. A tarefa T6 corresponde à obtenção do PDO, por meio da instanciação da LPN após resolver as variabilidades no modelo de configuração. Nessa tarefa 14,3% dos avaliadores ficaram parcialmente satisfeitos, 50% dos avaliadores ficaram satisfeitos e outros 35,7% ficaram totalmente satisfeitos.

Figura 4.6 – Grau de satisfação dos avaliadores referente à subcaracterística operacionalidade.



O grau de satisfação quanto a facilidade de utilização propiciada pelo BPL-Framework 2.0 em geral também foi levada em consideração. Do total de avaliadores, 7,1% ficaram parcialmente satisfeitos, 64,3% dos avaliadores ficaram satisfeitos e 28,6% dos avaliadores ficaram totalmente satisfeitos. O requisito Satisfação Geral foi avaliado de forma que 64,3% dos avaliadores ficaram satisfeitos, enquanto 35,5% dos avaliadores se mostraram totalmente satisfeitos com o módulo de instanciação de LPN da ferramenta.

Assim, por meio dos resultados da avaliação conduzida, há fortes indícios que o BPL-Framework 2.0 é capaz de prover apoio computacional adequado para a instanciação de LPNs, em conformidade com a GLPN.

## 4.4 Considerações Finais

Por meio da avaliação apresentada neste capítulo buscou-se averiguar o grau de satisfação dos usuários do BPL-Framework 2.0, no contexto de instanciação de LPNs. Os resultados obtidos indicam que a maioria dos avaliadores se mostraram satisfeitos com o BPL-Framework 2.0 quanto a sua apreensibilidade, atratividade, legibilidade, reusabilidade e operacionalidade; e nenhum dos avaliadores relatou insatisfação no uso do arcabouço computacional.

Além disso, a realização dessa avaliação mostrou a importância de ferramentas computacionais durante a gestão de LPNs, em especial, durante a instanciação, uma vez que contribuiu para a redução significativa de erros sintáticos, semânticos e de configuração quando comparado com a resolução manual de variabilidades.

## 5 Conclusão

Neste capítulo é apresentada a conclusão deste trabalho, que colaborou para o avanço do estado da arte em LPNs. Na Seção 5.1 são descritas as principais contribuições; na Seção 5.2 são apresentadas as principais limitações observadas e na Seção 5.3 são discutidas sugestões de trabalho futuros, os quais representam desdobramentos da pesquisa realizada.

### 5.1 Contribuições

Este trabalho teve como principal objetivo a evolução do BPL-Framework, um arcabouço computacional de apoio à gestão de LPNs (TERENCIANI, 2015) com base na GLPN (LANDRE, 2012). O BPL-Framework 2.0 visa atender as fases Configurar Processos de Negócio e Resolver Variabilidades do processo de EPN da abordagem GLPN. Possui código fonte aberto e o mesmo conceito arquitetural de sua versão anterior.

As principais contribuições deste trabalho são listadas a seguir:

- Revisão sistemática que buscou identificar as abordagens LPNs existentes na literatura, bem como ferramentas que pudessem apoiá-las completamente ou parcialmente;
- Evolução do BPL-Framework e desenvolvimento de um módulo para possibilitar a instanciación de LPNs, em conformidade com a GLPN;
- Aprimoramento da abordagem GLPN, decorrente do BPL-Framework 2.0, possibilitando a criação de vários TMPNs em uma LPN, bem como a substituição do formulário de configuração pelo modelo de configuração, utilizado nas fases do processo EPN da GLPN, disponibilizando-o também para reúso; e
- Condução de uma avaliação definida com o apoio da norma ISO/IEC 25000, especificamente a norma ISO/IEC 25010, onde alunos do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação e pesquisadores da área de Engenharia de Software com diferentes níveis de conhecimento avaliaram o módulo de instanciación do BPL-Framework 2.0. Os resultados dessa avaliação permitiram observar que o BPL-Framework 2.0 propicia a instanciación de LPNs em conformidade com a abordagem GLPN com a acurácia, legibilidade e usabilidade adequadas.

### 5.2 Limitações

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



- A avaliação do BPL-Framework 2.0 possui um número limitado de avaliadores e não foi realizada com profissionais de outras áreas, por exemplo, da área de Gestão de Processos de Negócio;
- Necessidade de arrastar, isto é, ajustar a posição final dos elementos do PDO obtido em alguns casos, para uma melhor organização e legibilidade do *layout*;
- Os artefatos (modelo de *features*, TMPNs, modelos de configuração e instâncias) das LPNs gerenciados pelo BPL-Framework 2.0 não possuem controle de versões, ou seja, qualquer alteração relevante de um artefato, por exemplo, no TMPN, realizada pelo analista do domínio pode fazer com se perca a rastreabilidade do TMPN em questão e suas instâncias; e
- O BPL-Framework 2.0 não oferece suporte à fase Melhorar Processos de Negócio Continuamente, 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.

### 5.3 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. A seguir estão elencadas sugestões de trabalhos futuros decorrentes do desenvolvimento deste trabalho:

- Validar a usabilidade do BPL-Framework 2.0 com uma quantidade do número de avaliadores de diversas áreas e levando em consideração modelos de processos de negócio de organizações reais, com o intuito de se obter resultados com significância estatística;
- Conduzir avaliação da ferramenta BPL-Framework 2.0 por meio de um estudo de caso no contexto do domínio de Gestão de Fundações de Amparo à Pesquisa, considerando como fonte de informação o Sistema de Informação de Gestão de Fundações de Amparo à Pesquisa (SIGFAP) (TURINE et al., 2011);
- Refinamento do algoritmo de cálculo de reposicionamento de elementos e ajuste de *layout* do PDO obtido pela instanciação da LPN;
- Implementar um mecanismo de controle de versões nos artefatos das LPNs gerenciadas pelo BPL-Framework 2.0 com o apoio de uma ferramenta específica para isso, como é o caso do Git (GIT, 2015); e
- Estender o BPL-Framework 2.0 para que este permita a evolução de LPNs, além de integração com repositórios de ativos de software visando facilitar a gestão desse

tipo de linha. Quando um PDO é modificado, é possível que seja armazenado em forma de registros uma comparação que destaque as diferenças entre a nova versão e a versão anterior do mesmo PDO. Ao analisar o TPMN, efetua-se uma varredura em todos os PDOs por meio dele obtidos levantando os registros de comparação para que com essa informação o analista possa realizar as devidas mudanças ao TPMN da LPN em questão.

# Referências

- AALST, W. M. P. van der. Business Process Management: A Comprehensive Survey. *ISRN Software Engineering*, v. 2013, p. 1–37, 2013. ISSN 2090-7680. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/isrn.software.engineering/2013/507984/>>.
- ABBASI, S. *Active Endpoints*. 2015. Disponível em: <<http://www.activeendpoints.com/>>.
- BASILI, V. R.; CALDIERA, G.; ROMBACH, H. D. The goal question metric approach. *Encyclopedia of Software Engineering*, v. 2, 1994.
- BINTRAY. *Bintray*. 2016. Disponível em: <<https://bintray.com>>.
- BOFFOLI, N. et al. Business Process Lines and Decision Tables Driving Flexibility by Selection. p. 178–193, 2012.
- BOSKOVIC, M. et al. Towards integration of semantically enabled service families in the cloud. In: *CEUR Workshop Proceedings*. [s.n.], 2011. v. 774, p. 58–69. ISSN 16130073. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84871261947&partnerID=tZotx3y1>>.
- BPMI. *BUSINESS PROCESS MANAGEMENT INSTITUTE. Business Process Modeling Language*. [S.l.], 2003.
- BRAGA, R. T. V.; GERMANO, F. S.; MASIERO, P. C. A pattern language for business resource management. In: *Proceedings of PLOP*. [S.l.: s.n.], 1999. v. 7, p. 1–33.
- BUBENKO Jr., J. A.; STIRNA, J.; BRASH, D. *EKD user guide*. Tese (Doutorado), Stockholm, Sweden: Royal Institute of Technology (KTH), 2001.
- CHINOSI, M.; TROMBETTA, A. BPMN: An introduction to the standard. *Computer Standards & Interfaces*, v. 34, n. 1, p. 123–134, 2012.
- COGNINI, R. et al. Process variability modeling for complex organizations. In: *Proceedings of the 2015 International Conference on Enterprise Systems*. [S.l.: s.n.], 2015. (ES '15).
- DUMAS, M. et al. *Fundamentals of Business Process Management*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. ISBN 978-3-642-33142-8. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-33143-5>>.
- ERIKSSON, H.; PENKER, M. *Business Modeling With UML: Business Patterns at Work*. [S.l.: s.n.], 2000. 12 p. ISSN 00104531. ISBN 0471295515.
- ESTERAS, A. C. *Modelling and Managing Variability in Business Process Models*. Dissertação (Mestrado), Universidade Politécnica de Valência - Valência, 2011.
- GILLE, M. *SOA Project*. 2013. Disponível em: <<http://eclipse.org/bpmn2-modeler/>>.
- GIMENES, I. M. D. S.; FANTINATO, M.; TOLEDO, M. B. F. D. A Product Line for Business Process Management. *2008 12th International Software Product Line Conference*, Ieee, p. 265–274, set. 2008. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=4626860>>.

- GOTTSCHALK, F.; ROSA, M. L. *Process configuration*. [S.l.]: pp 459-487, 2010. Modern Business Process Automation.
- GRÖNER, G. et al. Modeling and validation of business process families. *Information Systems*, v. 38, n. 5, p. 709–726, 2013. ISSN 03064379.
- HAREL, D.; RUMPE, B. *Modeling Languages : Syntax , Semantics and All That Stuff*. [S.l.], 2000. 1–28 p.
- ISO. *Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models – 25010*. [S.l.], 2011.
- ISO. *Systems and software engineering – Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) – System and software quality models – 25040*. [S.l.], 2011.
- KANG, K. C. et al. *Feature-Oriented Domain Analysis (FODA): Feasibility Study*. [S.l.], 1990. 161 p.
- KARAGIANNIS, D.; KÜHN, H. Metamodelling Platforms. *Proceedings of the Third International Conference EC-Web*, 2002.
- KIM, C. H. P. et al. FeaturePlugin: Feature Modeling Plug-In for Eclipse. In: *ACM Press*. [s.n.], 2004. p. 67–72. Disponível em: <<http://sourceforge.net/projects/fmp/>>.
- KITCHENHAM, B. *Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering*. [S.l.], 2007.
- KRUEGER, C. W. Easing the Transition to Software Mass Customization. *PFE 01 Revised Papers from the 4th International Workshop on Software Product Family Engineering*, v. 1, n. 512, p. 282–293, 2002. ISSN 0302-9743. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/index/KX79M7P7ELLE77DG.pdf>>.
- KULKARNI, V.; BARAT, S. Business process families using model-driven techniques. *Lecture Notes in Business Information Processing*, v. 66 LNBIP, n. L, p. 314–325, 2011. ISSN 18651348.
- LADEIRA, S. A. Z. et al. Extensão da UML para Representação de Modelagem de Negócios Baseada em Visões. In: *VII Jornada Peruana de Computación*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 71–80.
- LANDRE, G. et al. vrBPMN \* and Feature Model : An Approach to Model Business Process Line. *International Workshop on Process Model Collections: Management and Reuse (PMC-MR) co-located to 12th International Conference on Business Process Management*, p. 1–12, 2014.
- LANDRE, G. B. *GLPN : Uma Abordagem para Gestão de Linhas de Processos de Negócios*. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Computação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande - Mato Grosso do Sul, 2012.
- LAUDON, K.; LAUDON, J. *Sistemas de Informação Gerenciais*. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- MAVEN. *Apache Maven 3.3.9*. 2016. Disponível em: <<https://maven.apache.org>>.

- MENDELEY. *Release Notes for Mendeley Desktop v1.12.3*. 2014. Disponível em: <[http://www.mendeley.com/release-notes/v1\\_12\\_3/](http://www.mendeley.com/release-notes/v1_12_3/)>.
- MOON, M.; HONG, M.; YEOM, K. Two-Level Variability Analysis for Business Process with Reusability and Extensibility. In: *32nd Annual IEEE International Computer Software and Applications, 2008*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 263–270.
- MOREIRA, P. et al. *BPEL: Principais Conceitos e Uso Prático*. [S.l.], 2011.
- NUNES, V.; WERNER, C.; SANTORO, F. M. CONTEXT-BASED PROCESS LINE. In: *ICEIS 2010 - Proceedings of the 12th International Conference on Enterprise Information Systems*. [S.l.: s.n.], 2010.
- OGNJANOVIC, I. et al. A Metaheuristic Approach for the Configuration of Business Process Families. In: *2012 IEEE Ninth International Conference on Services Computing*. IEEE, 2012. p. 25–32. ISBN 978-1-4673-3049-7. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84867357499&partnerID=tZOtx3y1>>.
- OMG, O. M. G. *Business Process Model and Notation (BPMN)*. 2013. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0.2/>>.
- OUALI, S.; KRAIEM, N.; GHEZALA, H. B. Framework for Evolving Software Product Line. *International Journal of Software Engineering & Applications*, v. 2, n. 2, p. 34–51, abr. 2011. ISSN 09762221. Disponível em: <<http://www.airccse.org/journal/ijsea/papers/0411ijsea04.pdf>>.
- PARK, J.; YEOM, K. A Modeling Approach for Business Processes Based on Variability. In: *2011 Ninth International Conference on Software Engineering Research, Management and Applications*. IEEE, 2011. p. 211–218. ISBN 978-1-4577-1028-5. Disponível em: <<http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-82155167744&partnerID=tZOtx3y1>>.
- PARNAS, D. L. On the Design and Development of Program Families. *IEEE Transactions on Software Engineering*, v. 2, n. 1, p. 1–9, 1976.
- POHL, K.; BOCKLE, G.; LINDEN, F. van der. *Software Product Line Engineering: Foundations, Principles, and Techniques*. [S.l.]: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005. ISBN 9783540243724.
- ROCHA, R. d. S. *Linha de produto para Gestão de Processos de Negócio incluindo aspectos dinâmicos*. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, 2012.
- ROCHA, R. d. S.; FANTINATO, M. The use of software product lines for business process management: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, v. 55, n. 8, p. 1355–1373, 2013.
- ROLLAND, C.; NURCAN, S. Business Process Lines to Deal with the Variability. *43rd Hawaii International Conference on System Sciences*, Ieee, p. 1–10, 2010. Disponível em: <<http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5428532>>.
- ROSA, M. L. et al. Configurable multi-perspective business process models. *Information Systems*, v. 36, n. 2, p. 313–340, 2011.
- SALTER, C. *WSDL Editor*. 2015. Disponível em: <<http://www.eclipse.org/webtools/>>.

SCHNIEDERS, A.; PUHLMANN, F. Variability Mechanisms in E-Business Process Families. 2006.

STEINBERG, D. et al. *EMF: Eclipse Modeling Framework*. 2. ed. Addison-Wesley Professional, 2015. Disponível em: <<http://www.eclipse.org/modeling/emf/>>.

TERENCIANI, M. F. *Um Arcabouço Computacional de Apoio à Criação de Linha de Processos de Negócio*. Dissertação (Mestrado) — Faculdade de Computação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande - Mato Grosso do Sul, 2015.

TERENCIANI, M. F. et al. A plug-in for eclipse towards supporting business process lines documentation. In: *12th IEEE/ACS International Conference of Computer Systems and Applications, AICCSA 2015, Marrakech, Morocco, November 17-20, 2015*. [s.n.], 2015. p. 1–8. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1109/AICCSA.2015.7507175>>.

TERENCIANI, M. F. et al. BPMN \* - A Notation for Variability Representation in Business Process Towards Supporting Business Process Line Modeling. *International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering*, 2015.

THÜM, T. et al. FeatureIDE: An Extensible Framework for Feature-Oriented Software Development. *Science of Computer Programming*, v. 79, p. 70–85, 2014.

TRAVASSOS, G. H.; GUROV, D.; AMARAL, E. *Introdução à Engenharia de Software Experimental*. [S.l.], 2002.

TURINE, M. A. S. et al. Gestão pública flexível e ágil por meio do sigfap. *Revista Eletrônica de Jornalismo Científico ComCiência*, n. 129, 2011.

WAZLAWICK, R. S. *Análise e Projeto de Sistemas de Informação Orientados a Objetos*. 2. ed. [S.l.]: Editora Campus, 2011.

WENZ, M. *Graphiti - a Graphical Tooling Infrastructure*. 2015. Disponível em: <<https://eclipse.org/graphiti/>>.

WESKE, M. *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. 2a ed. ed. [S.l.]: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. 403 p. ISBN 9783642286162.

WHITE, S. A.; MIERS, D. *BPMN Modeling and Reference Guide: Understanding and Using BPMN*. [S.l.]: Future Strategies Inc., 2008. ISBN 9780977752720.

WOHLIN, C. et al. *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 2000.

YE, E. et al. An Approach to Designing Service-Oriented Product-Line Architecture for Business Process Families. In: *The 9th International Conference on Advanced Communication Technology*. IEEE, 2007. p. 999–1002. ISBN 978-89-5519-131-8. ISSN 1738-9445. Disponível em: <[http://apps.webofknowledge.com/full\\\_record.do?product=UA&search\\\_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=4A2nK3SksqFrdbexhqy&page=1&doc=12](http://apps.webofknowledge.com/full\_record.do?product=UA&search\_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=4A2nK3SksqFrdbexhqy&page=1&doc=12)>.

# APÊNDICE A – Revisão Sistemática: Estado da Arte

Neste apêndice é apresentada uma revisão sistemática com a finalidade de atualizar a revisão sistemática realizada por Terenciani (2015), quanto o estado da arte sobre mecanismos, técnicas e ferramentas computacionais de apoio a abordagens de construção e instanciamento de LPNs.

A condução da revisão sistemática é baseada no processo proposto por Kitchenham (2007) e possui três fases: Planejamento, Condução, e por último, Extração e Análise dos Dados. A descrição da execução dessas fases neste trabalho são apresentadas nas seções a seguir.

## A.1 Planejamento

Segundo Kitchenham (2007), nesta fase é estabelecido o protocolo da revisão sistemática. Para isso, é necessário especificar as questões de pesquisa, a estratégia de busca, os critérios de inclusão e de exclusão e a metodologia para análise dos estudos primários. A seguir é apresentada a descrição do planejamento da revisão sistemática realizada.

**Questões de Pesquisa** As questões de pesquisa foram definidas neste trabalho com o objetivo de efetuar um levantamento das técnicas e ferramentas computacionais que auxiliam a instanciamento de LPNs. Assim, foram importantes para entender e sumarizar evidências sobre mecanismos e técnicas utilizados especialmente no processo de instanciamento de LPNs. As três questões de pesquisa estabelecidas são apresentadas na Tabela A.1.

Tabela A.1 – Questões de pesquisa para a revisão sistemática.

| Questões de Pesquisa |                                                                                                                                        |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| QP1                  | As abordagens, metodologias, métodos ou técnicas de LPN existentes proveem um ambiente computacional para apoiar suas fases ou passos? |
| QP2                  | Quais elementos do modelo de processos de negócio podem ser representados com variabilidades na criação da LPN?                        |
| QP3                  | Quais mecanismos, técnicas e ferramentas são utilizados para apoiar a instanciamento de LPNs?                                          |

**Estratégia de Busca** A estratégia de busca engloba a definição da *string* de busca padrão e a seleção das bases de busca. Os termos para a construção da *string* padrão foram definidos selecionando os conceitos-chave utilizados por Terenciani (2015). Dessa forma, a *string* padrão para ser utilizada nas bases internacionais e conferências importantes da área é apresentada na Tabela A.2. Para a realização da busca em bases nacionais, foi definida a *string* padrão apresentada na Tabela A.3.

Tabela A.2 – *String* de busca padrão em inglês.

| <b><i>String</i> de Busca (Internacional)</b>                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S1: ((“ <i>Business Process Line</i> ” OR “ <i>Business Process Family</i> ” OR “ <i>Family of Business Process</i> ”) OR (“ <i>Product Line</i> ” AND “ <i>Business Process</i> ”)) |

Tabela A.3 – *String* de busca padrão em português.

| <b><i>String</i> de Busca (Nacional)</b>                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S2: ((“ <i>Linha de Processo de Negócio</i> ” OR “ <i>Família de Processo de Negócio</i> ”) OR (“ <i>Linha de Produto</i> ” AND “ <i>Processos de Negócio</i> ”)) |

Na Tabela A.4 são apresentadas as principais bases de busca comumente utilizadas nas revisões sistemáticas da área de Engenharia de Software. Neste trabalho também foi selecionada a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), com o objetivo de explorar pesquisas em LPNs no cenário brasileiro. A relação das principais conferências da área, também selecionadas como bases de busca neste trabalho, está descrita na Tabela A.5.

Tabela A.4 – Bases de busca nacionais e internacionais.

| <b>Bases de busca</b>              |                                                                               |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| ACM <i>Digital Library</i>         | <a href="http://dl.acm.org/">http://dl.acm.org/</a>                           |
| IEEE <i>Xplore Digital Library</i> | <a href="http://ieeexplore.ieee.org/">http://ieeexplore.ieee.org/</a>         |
| <i>ScienceDirect</i>               | <a href="http://www.sciencedirect.com/">http://www.sciencedirect.com/</a>     |
| <i>Scopus</i>                      | <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>                   |
| <i>SpringerLink</i>                | <a href="http://www.springerlink.com/">http://www.springerlink.com/</a>       |
| <i>Web of Science</i>              | <a href="http://apps.webofknowledge.com/">http://apps.webofknowledge.com/</a> |
| BDTD                               | <a href="http://bdtd.ibict.br/">http://bdtd.ibict.br/</a>                     |

Tabela A.5 – Conferências da área de interesse.

| <b>Conferências da Área</b> |                                                                        |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| BPM                         | <i>International Conference on Business Process Management</i>         |
| FOSD                        | <i>International Workshop on Feature-Oriented Software Development</i> |
| ICBIS                       | <i>International Conference on Business Information Systems</i>        |
| ICSR                        | <i>International Conference on Software Reuse</i>                      |
| SPLC                        | <i>Software Product Line Conference</i>                                |



**Critério de Inclusão e Exclusão** Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos respectivamente com o objetivo de permitir que os estudos relevantes sejam incluídos e os irrelevantes sejam descartados da pesquisa. Na Tabela A.6 são apresentados os critérios de inclusão (CI's), e na Tabela A.7 são apresentados os critérios de exclusão (CE's) deste mapeamento sistemático.

Tabela A.6 – Critérios de inclusão adotados.

| Critérios de Inclusão |                                                                                                                                         |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CI1                   | O estudo apresenta uma abordagem para LPN.                                                                                              |
| CI2                   | O estudo descreve uma ou mais fases/atividades de uma abordagem LPN.                                                                    |
| CI3                   | O estudo não apresenta uma abordagem LPN, mas apresenta uma adaptação de um processo/arcahouço/abordagem de LPS direcionada a negócios. |
| CI4                   | O estudo descreve um mecanismo ou uma técnica usada em uma abordagem LPN.                                                               |
| CI5                   | O estudo apresenta um ambiente computacional para apoiar uma ou mais fases/atividades de uma abordagem LPN.                             |

Tabela A.7 – Critérios de exclusão adotados.

| Critérios de Exclusão |                                                                                                                                      |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CE1                   | O estudo não está em inglês ou em português.                                                                                         |
| CE2                   | O estudo não está disponível.                                                                                                        |
| CE3                   | O estudo já foi selecionado por meio de outra fonte.                                                                                 |
| CE4                   | O estudo está diretamente relacionado a outro estudo primário do mesmo autor.                                                        |
| CE5                   | O estudo não contempla satisfatoriamente pelo menos um dos itens de inclusão.                                                        |
| CE6                   | O estudo foi publicado fora do período de 2000 a 2015.                                                                               |
| CE7                   | O trabalho não foi publicado em anais de eventos, em revistas, como relatórios técnicos, capítulos de livros, teses ou dissertações. |

## A.2 Condução da Revisão Sistemática

A condução da busca da revisão sistemática foi realizada no período de 12/05/2015 a 22/05/2015 e teve o suporte computacional da ferramenta *Mendeley Desktop* MENDELEY (2014), facilitando a organização e a catalogação dos trabalhos. O processo de busca foi realizado utilizando a sintaxe específica de cada base de busca e considerando apenas título, palavras-chave e *abstract*. Após concluídas as buscas foram retornados 219 estudos, totalizados por base de busca na Tabela A.8.

A fase de seleção dos estudos primários desta revisão sistemática consiste em aplicar os critérios de inclusão e de exclusão sobre os estudos resultantes das buscas. Os critérios CE6 e CE7 foram aplicados automaticamente nas bases de busca. Na Tabela A.9 é apresentada a quantidade de estudos eliminados após a aplicação de cada critério de

Tabela A.8 – Sumarização dos resultados por base de busca.

| Base de Busca                      | Resultado  |
|------------------------------------|------------|
| ACM <i>Digital Library</i>         | 14         |
| IEEE <i>Xplore Digital Library</i> | 18         |
| <i>ScienceDirect</i>               | 7          |
| <i>Scopus</i>                      | 55         |
| <i>SpringerLink</i>                | 39         |
| <i>Web of Science</i>              | 5          |
| BDTD                               | 81         |
| <b>Total de estudos</b>            | <b>219</b> |

exclusão, considerando apenas título e *abstract*, onde foram excluídos 202 estudos. Com isso tem-se um total de 17 estudos selecionados.

A maior parte dos estudos, ou seja, 166 foi excluída de acordo com o critério de exclusão CE5, isto é, estudos que não contemplam nenhum critério de inclusão. Nesse caso muitos trabalhos excluídos apresentam abordagens LPS, por isso não foram selecionados. Em segundo lugar, o critério de exclusão CE3, que indica quando o estudo já foi selecionado por meio de outra base de busca.

Tabela A.9 – Sumarização dos resultados excluídos por base de busca e critério de exclusão.

| Bases de Busca | Resultados | Aplicação dos Critérios de Exclusão |            |            |           |             | Total     |
|----------------|------------|-------------------------------------|------------|------------|-----------|-------------|-----------|
|                |            | CE1                                 | CE2        | CE3        | CE4       | CE5         |           |
| ACM            | 14         | -                                   | -          | -1         | -         | -12         | <b>1</b>  |
| IEEE           | 18         | -                                   | -2         | -2         | -1        | -8          | <b>5</b>  |
| ScienceDirect  | 7          | -                                   | -          | -          | -         | -4          | <b>3</b>  |
| Scopus         | 55         | -                                   | -10        | -11        | -3        | -27         | <b>4</b>  |
| SpringerLink   | 39         | -                                   | -          | -2         | -1        | -34         | <b>2</b>  |
| Web of Science | 5          | -                                   | -          | -3         | -         | -2          | <b>0</b>  |
| BDTD           | 81         | -                                   |            |            |           | -79         | <b>2</b>  |
| <b>Total</b>   | <b>219</b> | -                                   | <b>-12</b> | <b>-19</b> | <b>-5</b> | <b>-166</b> | <b>17</b> |

Os estudos incluídos, em sua grande maioria (5), descrevem uma ou mais fases/atividades de abordagens LPN, o que corresponde ao critério de inclusão CI2, enquanto uma minoria (2) apresenta um ambiente computacional para apoiar um ou mais fases de abordagens LPN, o que corresponde ao critério de inclusão CI5. Na Tabela A.10 são sumarizados os 17 estudos selecionados após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.

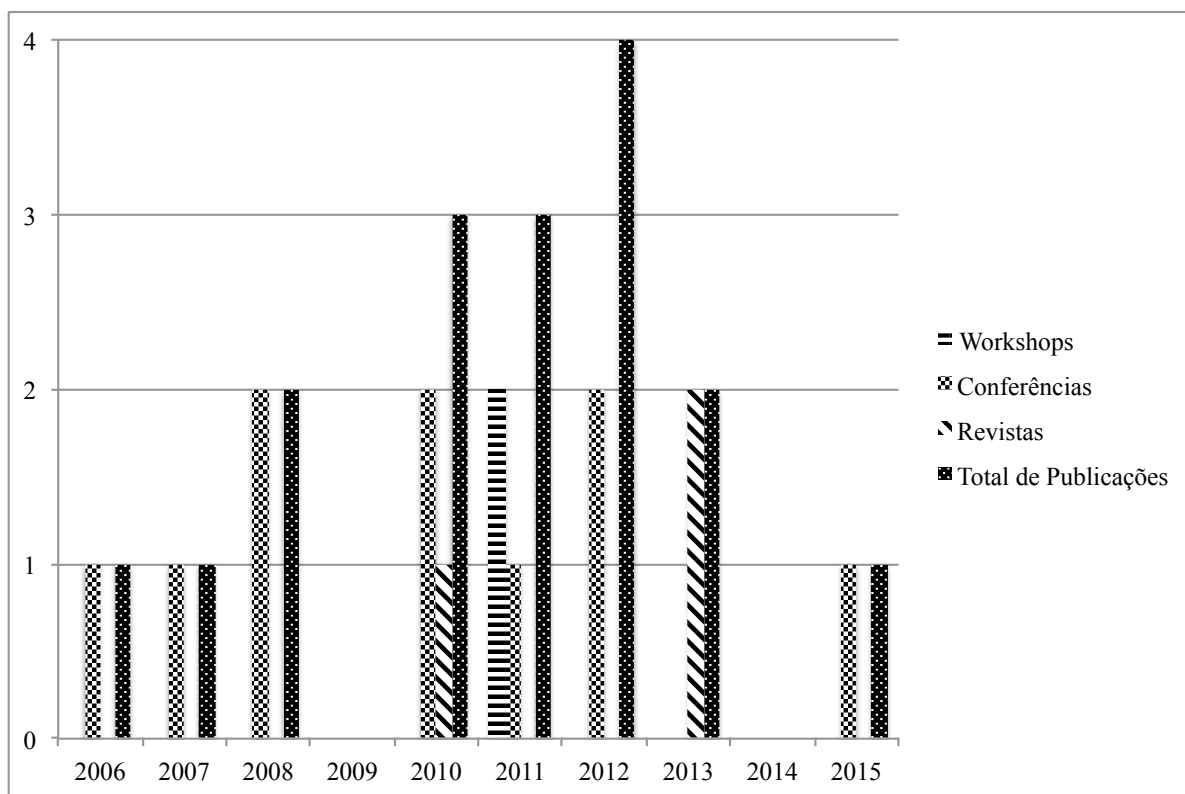
À partir da Figura A.1 é possível perceber que o interesse de pesquisas em LPNs tem crescido nos últimos anos. No período de 2006 a 2010 houve publicação média de 1,4 trabalhos ao ano. A partir de 2011 essa média subiu para 2 trabalhos ao ano, o que representa um aumento de aproximadamente 70%.

Tabela A.10 – Resultado da busca em bases nacionais e internacionais.

| ID                                                                  | Título                                                                                                                                            | Citações <sup>1</sup> | CI       |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------|
| <b>ACM Digital Library</b>                                          |                                                                                                                                                   |                       |          |
| ACM1                                                                | <i>A Metaheuristic Approach for the Configuration of Business Process Families</i> (OGNJANOVIC et al., 2012)                                      | 10                    | CI2      |
| <b>IEEE Xplore Digital Library</b>                                  |                                                                                                                                                   |                       |          |
| IE1                                                                 | <i>A Product Line for Business Process Management</i> (GIMENES; FANTINATO; TOLEDO, 2008)                                                          | 11                    | CI2      |
| IE2                                                                 | <i>Two-Level Variability Analysis for Business Process with Reusability and Extensibility</i> (MOON; HONG; YEOM, 2008)                            | 22                    | CI2      |
| IE3                                                                 | <i>A Modeling Approach for Business Processes Based on Variability</i> (PARK; YEOM, 2011)                                                         | 4                     | CI2      |
| IE4                                                                 | <i>Business Process Lines to Deal with the Variability</i> (ROLLAND; NURCAN, 2010)                                                                | 30                    | CI4      |
| IE5                                                                 | <i>An Approach to Designing Service-Oriented Product-Line Architecture for Business Process Families</i> (YE et al., 2007)                        | 15                    | CI1      |
| <b>Science Direct</b>                                               |                                                                                                                                                   |                       |          |
| SD1                                                                 | <i>Configurable multi-perspective business process models</i> (ROSA et al., 2011)                                                                 | 119                   | CI4      |
| SD2                                                                 | <i>Modeling and validation of business process families</i> (GRÖNER et al., 2013)                                                                 | 22                    | CI5      |
| SD3                                                                 | <i>The use of software product lines for business process management: A systematic literature review</i> (ROCHA; FANTINATO, 2013)                 | 15                    | CI4      |
| <b>Scopus</b>                                                       |                                                                                                                                                   |                       |          |
| SCO1                                                                | <i>Context-based process line</i> (NUNES; WERNER; SANTORO, 2010)                                                                                  | 12                    | CI1      |
| SCO2                                                                | <i>Towards integration of semantically enabled service families in the cloud</i> (BOSKOVIC et al., 2011)                                          | 2                     | CI5      |
| SCO3                                                                | <i>Variability mechanisms in E-business process families</i> (SCHNIEDERS; PUHLMANN, 2006)                                                         | 136                   | CI4      |
| SCO4                                                                | <i>A Notation for Variability Representation in Business Process Towards Supporting Business Process Line Modeling</i> (TERENCIANI et al., 2015b) | -                     | CI4      |
| <b>SpringerLink</b>                                                 |                                                                                                                                                   |                       |          |
| SL1                                                                 | <i>Business Process Families Using Model-Driven Techniques</i> (KULKARNI; BARAT, 2011)                                                            | 15                    | CI4      |
| SL2                                                                 | <i>Business Process Lines and Decision Tables Driving Flexibility by Selection</i> (BOFFOLI et al., 2012)                                         | 4                     | CI1, CI2 |
| <b>BDTD - Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações</b> |                                                                                                                                                   |                       |          |
| BDTD1                                                               | <i>Linha de produto para Gestão de Processos de Negócio incluindo aspectos dinâmicos</i> (ROCHA, 2012)                                            | 1                     | CI3      |
| BDTD2                                                               | <i>GLPN : Uma Abordagem para Gestão de Linhas de Processos de Negócios</i> (LANDRE, 2012)                                                         | -                     | CI1      |

<sup>1</sup> O levantamento do número de citações de cada estudo primário foi feito com base no Google Acadêmico.

Figura A.1 – Quantidade de publicações por ano e por tipo.



### A.3 Extração dos Dados

Para facilitar a extração dos dados dos 17 trabalhos selecionados, foi elaborado um formulário de extração ilustrado na Tabela A.11.

O formulário apresentado na Tabela A.11 tem como principal objetivo auxiliar na elicitación de informações necessárias para responder as questões de pesquisa desta revisão sistemática. Com o formulário, além de ser possível extrair informações básicas sobre o estudo, como o título, autores, ano e publicação, é possível extrair informações específicas do contexto desta pesquisa. Como informações específicas, tem-se o tipo de solução oferecida pelo estudo, técnicas e ferramentas computacionais utilizadas nas fases da LPN, em especial, na representação de variabilidades durante a criação de LPNs, bem como na instanciação LPNs; benefícios e limitações da solução, bem como o tipo de validação do trabalho.

### A.4 Análise dos Resultados

Após realizada a extração completa dos estudos, foram reunidas informações suficientes para a análise dos resultados. Dos 17 trabalhos selecionados, sete (41,2%) deles oferecem cobertura a construção e instanciação de LPNs. Seis (35,3%) apoiam somente a construção de LPN, e outros quatro (23,5%) não possuem cobertura de LPN, pois

Tabela A.11 – Formulário para extração dos dados dos trabalhos selecionados.

| Formulário de Extração                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Autores                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Ano                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Publicação                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Citações                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Descrição                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tipo de Solução (abordagem, metodologia, método ou técnica)                                           |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Cobertura da solução                                                                                  | <input type="checkbox"/> Construção de LPN                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                       | <input type="checkbox"/> Instanciação de LPN                                                                                                                                                                                       |
| Possui apoio computacional?                                                                           | <input type="checkbox"/> Sim: <input type="checkbox"/> Construção <input type="checkbox"/> Instanciação                                                                                                                            |
|                                                                                                       | <input type="checkbox"/> Não                                                                                                                                                                                                       |
| Técnicas utilizadas para resolver as variabilidades da LPN durante sua instanciação                   |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Ferramentas computacionais utilizadas para resolver as variabilidades da LPN durante sua instanciação |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Técnicas utilizadas para obter a instância da LPN                                                     |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Ferramentas computacionais utilizadas para obter a instância                                          |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Notação para representar variabilidade em modelo de processos de negócios                             |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Elementos de processos de negócios cobertos pela notação supracitada                                  |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tipo de instância da LPN                                                                              | <input type="checkbox"/> Software. Plataforma:                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                       | <input type="checkbox"/> Modelo de processos de negócio                                                                                                                                                                            |
| Quais os benefícios da solução?                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                    |
| Quais as limitações da solução?                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                    |
| A solução possui validação?                                                                           | <input type="checkbox"/> Sim: <input type="checkbox"/> Estudo de caso, <input type="checkbox"/> Experimento, <input type="checkbox"/> Estudo empírico, <input type="checkbox"/> Prova de conceito, <input type="checkbox"/> Outros |
|                                                                                                       | <input type="checkbox"/> Não                                                                                                                                                                                                       |

são revisões sistemáticas e/ou notações para representar variabilidades em modelos de processos de negócio tais como vrBPMN (SCHNIEDERS; PUHLMANN, 2006), C-EPC (ROSA et al., 2011) e BPMN\* (TERENCIANI et al., 2015b).

Na Tabela A.12 é possível visualizar a cobertura dos estudos selecionados quanto a construção e instanciação de LPNs, bem como seu produto final, se possui algum apoio computacional, e o tipo de avaliação conduzida<sup>2</sup>.

Tabela A.12 – Cobertura das abordagens dos estudos selecionados.

| ID    | Cobertura |       | Prod. Final |     | Amb. Comp. |       | Validação         |
|-------|-----------|-------|-------------|-----|------------|-------|-------------------|
|       | Const.    | Inst. | SW          | MPN | Const.     | Inst. |                   |
| ACM1  | ●         | ●     | -           | ●   | -          | -     | Experimento       |
| IE1   | ●         | ●     | ●           | -   | ●          | ●     | Estudo de Caso    |
| IE2   | ●         | -     | -           | -   | ●          | -     | -                 |
| IE3   | ●         | ●     | -           | ●   | ●          | ●     | -                 |
| IE4   | ●         | -     | -           | -   | -          | -     | -                 |
| IE5   | ●         | ●     | -           | ●   | ●          | -     | -                 |
| SD1   | -         | -     | -           | -   | -          | -     | Estudo de Caso    |
| SD2   | ●         | -     | -           | ●   | -          | -     | Prova de Conceito |
| SD3   | -         | -     | -           | -   | -          | -     | -                 |
| SCO1  | ●         | ●     | -           | ●   | -          | -     | -                 |
| SCO2  | ●         | -     | -           | -   | ●          | -     | -                 |
| SCO3  | -         | -     | -           | -   | -          | -     | -                 |
| SCO4  | -         | -     | -           | -   | -          | -     | Estudo Empírico   |
| SL1   | ●         | -     | -           | -   | -          | -     | -                 |
| SL2   | ●         | -     | -           | -   | -          | -     | Estudo de Caso    |
| BDTD1 | ●         | ●     | -           | ●   | -          | ●     | Experimento       |
| BDTD2 | ●         | ●     | -           | ●   | -          | ●     | Estudo de Caso    |

A seguir são apresentadas as respostas das questões de pesquisa definidas na fase de planejamento da revisão sistemática.

**QP1 - As abordagens, metodologias, métodos ou técnicas de LPN existentes proveem um ambiente computacional para apoiar suas fases ou passos?** Considerando trabalhos de LPN cujo produto é um modelo de processos de negócio, 25% (IE2, IE3, IE5 e SCO2) apresentam abordagens de LPN que são apoiadas por ferramentas e são discutidos a seguir.

Em IE2, é apresentada uma abordagem que possui um método de desenvolvimento de modelos de processo de negócio por meio da análise de variabilidade em diferentes níveis de abstração. Neste trabalho, para o desenvolvimento de modelos de processos de negócio com reusabilidade e extensibilidade, Moon, Hong e Yeom (2008) sugerem

<sup>2</sup> Símbolos Utilizados: (●) contempla, e (-) não contempla. Abreviaturas utilizadas: Prod. Final = Produto Final, Amb. Comp. = Ambiente Computacional, Const = Construção, Inst = Instanciação, SW = Software, MPN = Modelo de Processo de Negócio.

um método de análise de variabilidade de dois níveis. Em um primeiro nível o modelo pode representar atividades comuns e variáveis, e em um segundo nível, a variabilidade é expandida através de pontos de variação. Tal abordagem possui apoio de uma ferramenta para cobrir a construção de LPN denominada BPFM, desenvolvida utilizando o *plugin Graphical Modelling Framework* (GMF) do Eclipse, com o intuito de fornecer um ambiente integrado de modelagem de famílias de processo de negócios.

Em IE3, Park e Yeom (2011) propuseram uma abordagem baseada em linha de produto para desenvolver processos de negócio e uma notação para representar as variabilidades em processos de negócio. Uma ferramenta de apoio denominada BPFM *Modeler* foi desenvolvida por meio do mesmo *plugin* utilizado em IE2, aplicando a notação proposta para cobrir as fases de construção e instanciação de LPN.

Em IE5, Ye et al. (2007) apresentam uma abordagem *Service-Oriented Product-Line Architecture* (SOPLA) para a construção de famílias de processo de negócios. Apesar da abordagem cobrir as fases de construção e instanciação, os autores desenvolveram uma ferramenta chamada *tool-V-BPArchitect* que apoia apenas a fase de construção de famílias de processo de negócio.

No estudo SCO2, Boskovic et al. (2011) apresentam uma metodologia baseada em conceitos de ELPS (Engenharia de Linha de Produto de Software) para o desenvolvimento de famílias de processos de negócio. O *AUFM Suite* é um conjunto de ferramentas para apoio computacional na fase de construção de famílias de processos de negócio.

No caso de trabalhos sobre LPN cujo produto final é um software, apenas um trabalho foi identificado. Os autores de IE1 apresentam uma abordagem de LPN que trata especificamente do estabelecimento de *e-contracts* entre duas organizações específicas utilizando modelo de *features* (KANG et al., 1990). Um conjunto de ferramentas foi desenvolvido para apoiar a abordagem nas fases de criação e instanciação, denominado *FeatureContract*.

**QP2 - Quais elementos do modelo de processo de negócio podem ser representados com variabilidades na criação da LPN?** Os estudos primários analisados foram classificados também com o objetivo de identificar notações adotadas para representar variabilidades em modelos de processos de negócio. Na Tabela A.13, doze estudos (70% dos estudos primários) apresentam uma notação para a representação de variabilidades, sendo que sete deles (58%) são baseados na notação BPMN.

O estudo SL3 de Terenciani et al. (2015b) apresenta a notação BPMN\* para representar variabilidades em processos de negócios e podem ser utilizadas nos seguintes elementos da BPMN: processos, sub-processos, atividades, eventos, objetos de dados, *pools* e fluxos de sequência.

Tabela A.13 – Notações adotadas em cada estudo primário.

| ID    | Notação Adotada         |
|-------|-------------------------|
| ACM1  | BPMN                    |
| IE2   | UML estendido           |
| IE3   | BPMN estendido          |
| IE4   | Map                     |
| IE5   | BPFD                    |
| SCO1  | BPMN                    |
| SCO3  | vrBPMN                  |
| SCO4  | BPMN*                   |
| SD1   | C-iEPC                  |
| SL1   | BPMN estendido          |
| SL2   | FM e Tabelas de Decisão |
| BDTD1 | MVO e vrBPMN estendido  |

O estudo SCO3 de Schnieders e Puhlmann (2006) apresenta a notação vrBPMN que estende a notação BPMN com estereótipos da UML. Os elementos que podem ser representados com variabilidades são: processos, sub-processos, atividades, associações, *pools* e artefatos.

Rosa et al. (2011), no estudo SD1, apresentam de maneira abstrata e formal a notação *Configurable iEPC* (C-iEPC), que estende a notação *Configurable Event-driven Process Chains* (C-EPCs) e afirmam que os conceitos utilizados podem ser abstraídos para outras notações, como BPMN e Diagramas de Atividade da UML. Os elementos cobertos por essa notação são: eventos, funções, conectores de fluxo de controle e arcos.

Ye et al. (2007) em IE5 descrevem uma notação baseada em XML para representar a variabilidade em modelos de processos de negócio denominada *Business Process Family Descriptor* (BPFD) e afirmam que os aspectos de variabilidade podem ocorrer em atividades, *gateways* e eventos.

Em BDTD1, Landre (2012) sugere o uso do Modelo de Variabilidade Ortogonal (MVO), que permite que as variabilidades sejam modeladas enfatizando as suas dependências e restrições. Porém essa estratégia representa as informações sobre as variabilidades em um artefato separado do modelo de processo de negócio. Dessa forma o autor propõe uma adaptação da vrBPMN de Schnieders e Puhlmann (2006) com o objetivo de documentar a variabilidade no modelo de processo de negócio e representar a rastreabilidade entre o modelo de variabilidade e o TMPN.

No estudo primário IE4, Rolland e Nurcan (2010) representam variabilidades em objetivos do negócio, documentando no modelo de processo tais objetivos juntamente com os caminhos alternativos para alcançá-lo, por meio da notação Map. Os demais estudos primários (ACM1, IE2, IE3, SCO1, SL1 e SL2) tratam a variabilidade apenas do elemento atividade.



**QP3 - Quais mecanismos, técnicas e ferramentas são utilizados para apoiar a instanciação de LPNs?** Dos trabalhos selecionados 43,75% (ACM1, IE1, IE3, IE5, SCO1, BDTD1 e BDTD2) consideram a fase de instanciação de LPNs. Dentre eles, apenas IE1 possui como produto final um software, os demais possuem como produto final um modelo de processo de negócio.

Em ACM1, Ognjanovic et al. (2012) realizam a adoção de algoritmos genéticos (AG) no processo de obtenção da instância da LPN. Mais especificamente, utilizam AGs com o objetivo de avaliar diferentes combinações de serviços que satisfazem os limites definidos no *Business Process Model Families* (BPMF) e no modelo de *features* correspondente, de forma a otimizar as preferências dos *stakeholders*. Porém, esse estudo não apresenta uma ferramenta de apoio computacional.

Em IE1, Gimenes, Fantinato e Toledo (2008) desenvolveram um conjunto de ferramentas denominado *FeatureContract*, com o objetivo de apoiar computacionalmente a abordagem proposta. Essas ferramentas são em sua maioria *plugins* do Eclipse, sendo eles *Feature Plugin* (KIM et al., 2004), *WSDL Editor* (SALTER, 2015), *XML Editor* (SALTER, 2015) e *ActiveBpel Designer* (ABBASI, 2015). Duas das ferramentas foram desenvolvidas nesse trabalho: *XSLTransformer*, que apoia a transformação automática de um conjunto de modelos de *features* para uma versão inicial de um *template* de *e-contracts*; e *WS-Contract Factory*, que apoia de forma automática a instanciação do produto final, baseando-se no *template* de *e-contracts*.

Em IE5 (YE et al., 2007), os modelos de processo de negócios são descritos em BPEL (*Business Process Execution Language*). BPEL é uma linguagem responsável pela definição e execução de processos de negócios, especificando de acordo com as atividades como acontece a comunicação e o relacionamento entre *web services*. A facilidade na exposição das funcionalidades da organização através de *web services* é vista como um incentivo ao uso de tal linguagem (MOREIRA et al., 2011).

As variabilidades são resolvidas manualmente durante a instanciação. Ye et al. (2007) afirmam que a decisão de pontos de variação pode afetar as decisões de variantes e vice-versa. As decisões podem ser tomadas por meio de duas formas: por seleção e por configuração. A primeira forma determina se uma atividade de negócio com um tipo de variabilidade opcional ou comum é selecionada ou não. O segundo tipo de decisão é tomado quando uma atividade de negócio com variabilidades internas, tais como variantes de dados, desvios ou eventos podem ser configurados por meio de parâmetros ou mensagens. O trabalho não apresenta ferramenta de apoio a instanciação de LPNs.

O estudo BDTD1 (ROCHA, 2012) apresenta uma abordagem que cobre todo o ciclo de vida de uma LPN, denominada *DynPL4BPM* (*Dynamic Product Line for Business Process Management*), e visa atender as necessidades de organizações interessadas em realizar processos de negócio, por meio de um alinhamento de princípios de LPN e *Service-*

*oriented Architecture* (SOA). A fase de instanciação é responsável pelo refinamento do Modelo de Domínio do Processo de Negócio e pela geração do produto final por meio da adaptação de uma arquitetura genérica comum (arquitetura da LPN) e artefatos reusáveis, criados na fase de construção da LPN.

No estudo BDTD2 (LANDRE, 2012), a instanciação de LPNs é realizada manualmente, recebendo como entrada um formulário de configuração fornecido pela fase de criação da LPN contendo todos os elementos que devem ser configurados, inclusive informações sobre o processo a ser modelado. Essa fase é complexa e passível de erros, e como limitação, o trabalho não apresenta ferramenta computacional de apoio.

Em suma, observa-se que 41% dos estudos primários tratam variabilidade em BPMN, que é de interesse deste trabalho, e que tais trabalhos ainda consideram variabilidade em poucos elementos dessa notação. Assim, levando em consideração a representação da variabilidade do domínio do negócio durante a criação de LPNs, as notações observadas podem limitar a quantidade de possíveis instâncias que podem ser obtidas a partir de LPNs.

Do total de estudos primários, 41% dos estudos sugerem uma abordagem que cobre a construção e instanciação de LPNs, mas apenas 11% possuem ferramenta computacional para apoiá-las.

Os resultados da revisão sistemática realizada indicam uma carência da literatura em ambientes computacionais que consideram variabilidade na maioria dos elementos da notação BPMN e que com isso possam suportar a construção mais completa de LPNs e, consequentemente, aumentar a eficiência durante sua instanciação levando em consideração o maior número de instâncias da linha.

# APÊNDICE B – Formulário de Perfil do Participante

1. Identificação (numérica) do Participante: \_\_\_\_\_

Qual sua formação?

- ☐ Graduação Incompleta
- ☐ Graduação Completa
- ☐ Mestrado Incompleto
- ☐ Mestrado Completo
- ☐ Doutorado Incompleto
- ☐ Doutorado Completo

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
- ☐ Estudado em aula ou a partir de um livro
- ☐ Praticado em um projeto de classe
- ☐ 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

☐ Estudado em aula ou a partir de um livro

☐ Praticado em um projeto de classe

☐ Usado em um projeto ou na indústria

☐ Usado em vários projetos na indústria

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

☐ Estudado em aula ou a partir de um livro

☐ Praticado em um projeto de classe

☐ Usado em um projeto ou na indústria

☐ Usado em vários projetos na indústria

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática?

---

7) Qual é seu nível de conhecimento sobre o Modelo de Características (Feature Model)?

☐ Nenhum

☐ Pouco

☐ Razoável

☐ Avançado

8) Qual é sua experiência prática com o Modelo de Características (Feature Model)?

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

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática?

---

9) Qual é seu nível de conhecimento sobre Linhas de Processos de Negócio?

- ☐ Nenhum
- ☐ Pouco
- ☐ Razoável
- ☐ Avançado

10) Qual é sua experiência prática com Linhas de Processos de Negócio?

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

Quantos meses/anos de experiência você tem nesta prática?

---

11) Quanto você sabe sobre sistemas que controlam 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

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

- ☐ Nenhuma

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

# APÊNDICE C – Formulário de Avaliação do BPL-Framework 2.0

1. Identificação (numérica) do Participante: \_\_\_\_\_
2. Data: \_\_\_\_\_
3. Indique o sistema operacional do seu computador \_\_\_\_\_
4. Para cada tarefa que deve ser realizada durante a avaliação, informe o horário inicial e o horário final
  - Tarefa 1: Procedimento para entendimento geral do módulo de instanciação da BPL-Framework 2.0
    - Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
    - Anotar horário final: \_\_\_\_\_
  - Tarefa 2: Importar a LPN de Locação para o Eclipse (desconsiderar o tempo de download da LPN)
    - Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
    - Anotar horário final: \_\_\_\_\_
  - Tarefa 3: Criar modelo de configuração da LPN de Locação
    - Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
    - Anotar horário final: \_\_\_\_\_
  - Tarefa 4: Entendimento do processo de negócio, cujo modelo será obtido a partir da instanciação da LPN de Locação
    - Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
    - Anotar horário final: \_\_\_\_\_
  - Tarefa 5: Resolver as variabilidades no modelo de configuração da LPN de Locação
    - Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
    - Anotar horário final: \_\_\_\_\_
  - Tarefa 6: Obter o modelo de processos de negócio de Aluguel de Vestido
    - Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
    - Anotar horário final: \_\_\_\_\_

5. Responda as questões a seguir de acordo com o seu grau de satisfação.

- a) Qual é o seu grau de satisfação quanto a instalação do BPL-Framework 2.0 em seu computador? (Quesito: Instalação)
- ☐ Totalmente Satisfeito
  - ☐ Satisfeito
  - ☐ Parcialmente Satisfeito
  - ☐ Insatisfeito
  - ☐ Totalmente Insatisfeito
- b) Qual é o seu grau de satisfação quanto ao suporte oferecido pelo BPL-Framework 2.0 para a execução de todas as tarefas do processo de avaliação? (Quesito: Satisfação)
- ☐ Totalmente Satisfeito
  - ☐ Satisfeito
  - ☐ Parcialmente Satisfeito
  - ☐ Insatisfeito
  - ☐ Totalmente Insatisfeito
- c) Qual é o seu grau de satisfação quanto a usabilidade do BPL-Framework 2.0 durante a execução da tarefa 3 (pôde ser compreendido, aprendido, operado e é atraente ao usuário)? (Quesito: Operacionalidade)
- ☐ Totalmente Satisfeito
  - ☐ Satisfeito
  - ☐ Parcialmente Satisfeito
  - ☐ Insatisfeito
  - ☐ Totalmente Insatisfeito
- d) Qual é o seu grau de satisfação quanto a usabilidade do BPL-Framework 2.0 durante a execução da tarefa 5 (pôde ser compreendido, aprendido, operado e é atraente ao usuário)? (Quesito: Operacionalidade)
- ☐ Totalmente Satisfeito
  - ☐ Satisfeito
  - ☐ Parcialmente Satisfeito
  - ☐ Insatisfeito
  - ☐ Totalmente Insatisfeito



- e) Qual é o seu grau de satisfação quanto a usabilidade do BPL-Framework 2.0 durante a execução da tarefa 6 (pôde ser compreendido, aprendido, operado e é atraente ao usuário)? (Quesito: Operacionalidade)
- ☐ Totalmente Satisfeito
  - ☐ Satisfeito
  - ☐ Parcialmente Satisfeito
  - ☐ Insatisfeito
  - ☐ Totalmente Insatisfeito
- f) Qual é o seu grau de satisfação quanto a facilidade de compreensão de uso provida pelo BPL-Framework 2.0? (Quesito: Apreensibilidade)
- ☐ Totalmente Satisfeito
  - ☐ Satisfeito
  - ☐ Parcialmente Satisfeito
  - ☐ Insatisfeito
  - ☐ Totalmente Insatisfeito
- g) Qual é o seu grau de satisfação quanto a facilidade de utilização propiciada pelo BPL-Framework 2.0? (Quesito: Operacionalidade)
- ☐ Totalmente Satisfeito
  - ☐ Satisfeito
  - ☐ Parcialmente Satisfeito
  - ☐ Insatisfeito
  - ☐ Totalmente Insatisfeito
- h) Qual é o seu grau de satisfação quanto a atratividade fornecida pelo BPL-Framework 2.0 durante o seu uso? (Quesito: Atratividade)
- ☐ Totalmente Satisfeito
  - ☐ Satisfeito
  - ☐ Parcialmente Satisfeito
  - ☐ Insatisfeito
  - ☐ Totalmente Insatisfeito
- i) Qual é o seu grau de satisfação quanto a capacidade do BPL-Framework 2.0 possibilitar a correta obtenção do modelo de configuração (TMPN para ser configurado)? (Quesito: Acurácia)
- ☐ Totalmente Satisfeito

- ☐ Satisfeito
- ☐ Parcialmente Satisfeito
- ☐ Insatisfeito
- ☐ Totalmente Insatisfeito

j) Qual é o seu grau de satisfação quanto a capacidade do BPL-Framework 2.0 possibilitar a correta obtenção de processo de negócio de interesse (PDO) durante a instanciación de LPN? (Quesito: Acurácia)

- ☐ Totalmente Satisfeito
- ☐ Satisfeito
- ☐ Parcialmente Satisfeito
- ☐ Insatisfeito
- ☐ Totalmente Insatisfeito

k) Qual seu grau de satisfação quanto a capacidade do BPL-Framework 2.0 possibilitar a obtenção dos PDOs (instância da LPN) de maneira legível? (Quesito: Legibilidade)

- ☐ Totalmente Satisfeito
- ☐ Satisfeito
- ☐ Parcialmente Satisfeito
- ☐ Insatisfeito
- ☐ Totalmente Insatisfeito

l) Qual sua satisfação quanto à reusabilidade de processos de negócio por meio de LPN fornecida pelo BPL-Framework 2.0?

- ☐ Totalmente Satisfeito
- ☐ Satisfeito
- ☐ Parcialmente Satisfeito
- ☐ Insatisfeito
- ☐ Totalmente Insatisfeito

Sugestões de melhorias

---

## APÊNDICE D – Sequência de tarefas da avaliação do BPL-Framework 2.0

1. Procedimento para entendimento geral do módulo de instanciação da BPL-Framework 2.0
  - Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
  - Ler o Manual de Utilização (ver Apêndice H)
  - Anotar horário final: \_\_\_\_\_
2. Procedimento para fazer o download e importar a LPN de Locação para o Eclipse (Consultar Apêndice H)
  - Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
  - Realizar a importação da LPN de Locação para o Eclipse
  - Anotar horário final: \_\_\_\_\_
3. Procedimento para criação do modelo de configuração de uma LPN utilizando o BPL-Framework
  - Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
  - Criar o modelo de configuração (ver Apêndice H)
  - Anotar horário final: \_\_\_\_\_
4. Procedimento para entendimento do processo de negócio, cujo modelo será obtido a partir da instanciação da LPN
  - Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
  - Ler a descrição do Processo de Negócio (ver Apêndice ??)
  - Anotar horário final: \_\_\_\_\_
5. Procedimento para resolver as variabilidades no modelo de configuração da LPN de Locação
  - Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
  - Analisar o modelo de configuração da LPN atentando-se aos pontos de variação e as suas respectivas variantes.

- Consultar, caso necessário, a descrição do Processo de Negócio.
- Resolver as variabilidades do modelo de configuração, selecionando as variantes adequadas com base na descrição fornecida do processo de negócio (ver Apêndice H)
- Anotar horário final: \_\_\_\_\_

6. Procedimento para a obtenção do modelo de processos de negócio

- Anotar horário inicial: \_\_\_\_\_
- Executar a instanciação da LPN após resolver as variabilidades no modelo de configuração (ver Apêndice H)
- Aprimorar o posicionamento dos elementos no modelo de processo de negócio gerado, caso necessário, para melhorar sua legibilidade.
- Anotar horário final: \_\_\_\_\_

7. Realizar o preenchimento do Formulário de Avaliação da BPL-Framework 2.0

## APÊNDICE E – Processo de Negócio - Aluguel de Vestido

### Descrição do Processo de Negócio

Cliente solicita aluguel do vestido, a proprietária então verifica a situação cadastral da cliente e a disponibilidade do vestido. Caso haja impedimentos para o aluguel, a solicitação é negada e a cliente é informada. Caso o aluguel seja autorizado, a vendedora realiza o aluguel.

Quando a cliente devolver o vestido, a proprietária verifica as condições do vestido e emite um relatório parcial contendo as informações a respeito da situação do vestido. A vendedora então registra a devolução, gera o comprovante de devolução e, com base no relatório parcial emitido anteriormente, emite o relatório de despesas que contém o valor do aluguel, as despesas para reparação do vestido (caso haja).

Se houver atraso a multa é calculada com base na Taxa de multa da empresa e essas informações são emitidas no relatório de despesas também. Além disso, a vendedora suspende a cliente de fazer aluguéis futuros por atraso na devolução. Por fim, a vendedora recebe o pagamento da cliente e o processo é finalizado.

## APÊNDICE F – Modelo de *Features* e TMPN da LPN de Locação

Neste apêndice são apresentados o modelo de *features* e o TMPN da LPN do domínio de locação, utilizado na avaliação da ferramenta BPL-Framework 2.0.

Figura F.1 – Modelo de *Features* da LPN de Locação utilizado na avaliação do BPL-Framework 2.0.

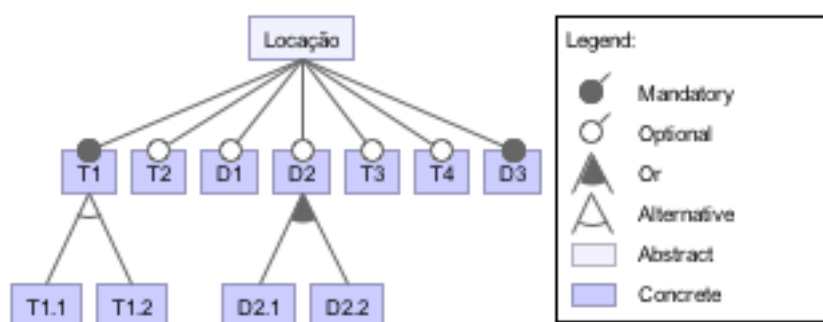
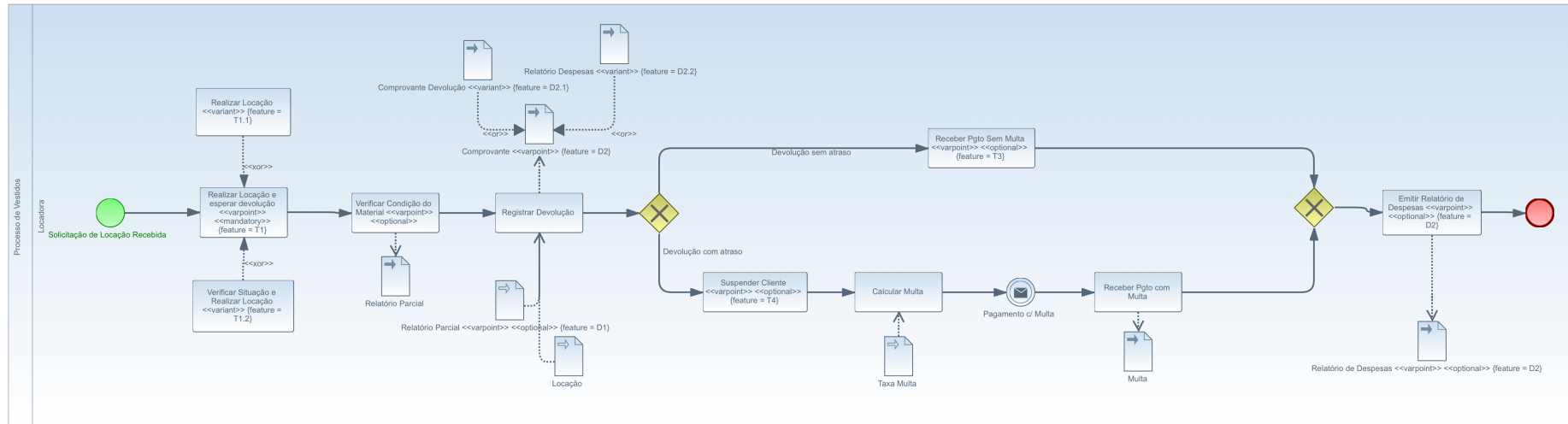


Figura F.2 – TMPN da LPN de Locação utilizado na avaliação do BPL-Framework 2.0.



# APÊNDICE G – Manual de instalação do BPL-Framework 2.0

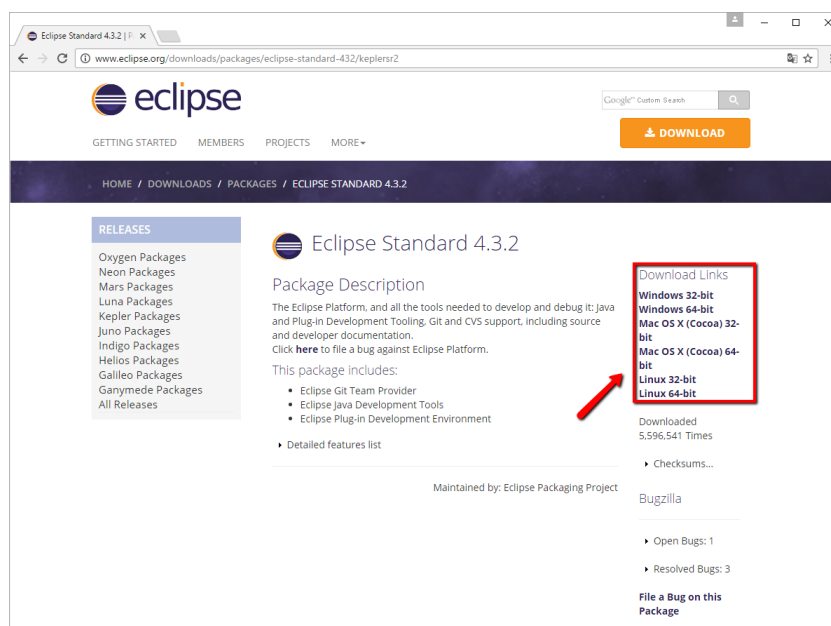
## Descrição

O BPL-Framework 2.0 é um plugin para Eclipse para suporte à criação e instanciação de Linhas de Processos de Negócio, ou seja, a ferramenta objetiva oferecer um ambiente computacional onde é possível criar os artefatos gerados nos processo EDN e EPN da GLPN. Por meio do BPL-Framework 2.0 é possível elaborar os modelos de processo do domínio do negócio (PDOs ou instâncias) iniciais de uma linha, o modelo de features relativos aos mesmos, o template de modelo de processos de negócio (TMPN) na notação BPMN\* e oferece suporte à fase de resolução de variabilidades para instanciação do TMPN.

## Instalação

O BPL-Framework foi desenvolvido na forma de plugin para a versão Kepler do Eclipse. Clique aqui para fazer o download dessa versão. Selecione a plataforma utilizada, conforme mostrado na Figura G.1. Será necessária a instalação do JDK ou JRE para utilização do Eclipse.

Figura G.1 – Seleção da plataforma destino.





Em seguida, selecione o link para o download, conforme mostrado na Figura G.2. O download iniciará automaticamente. Após o download, extraia para o local de sua preferência e execute o aplicativo eclipse (Figura G.3) que está dentro da pasta onde a extração foi realizada.

Figura G.2 – Seleção do link para download.

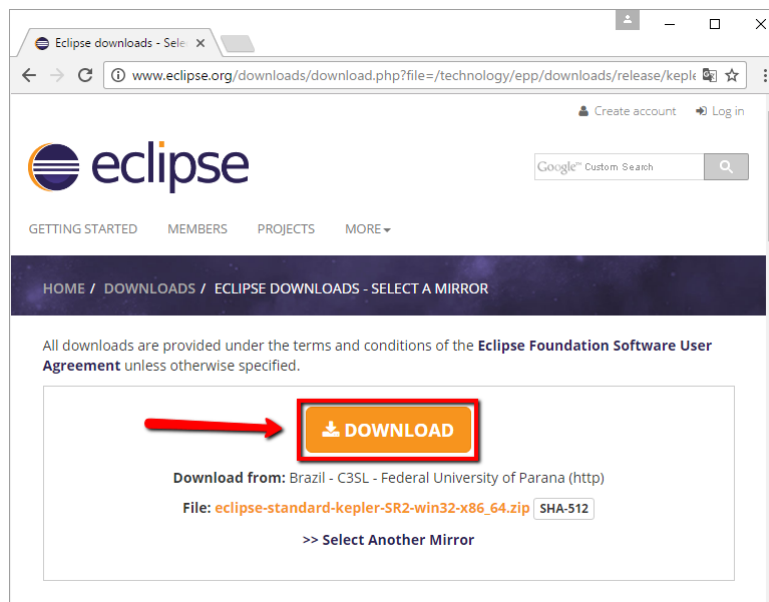
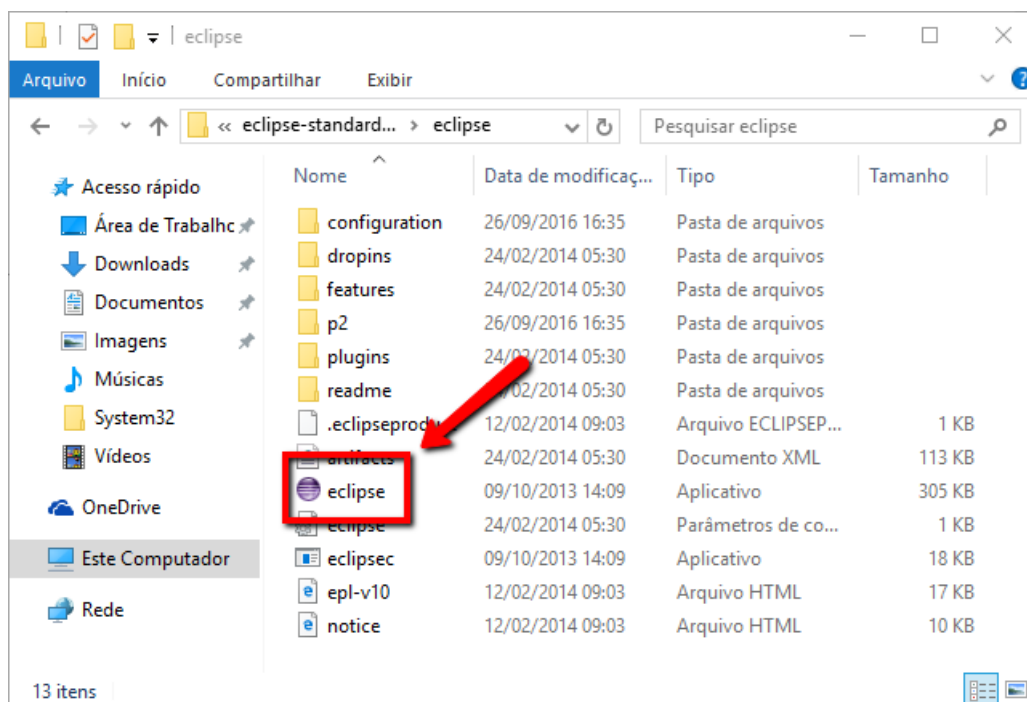
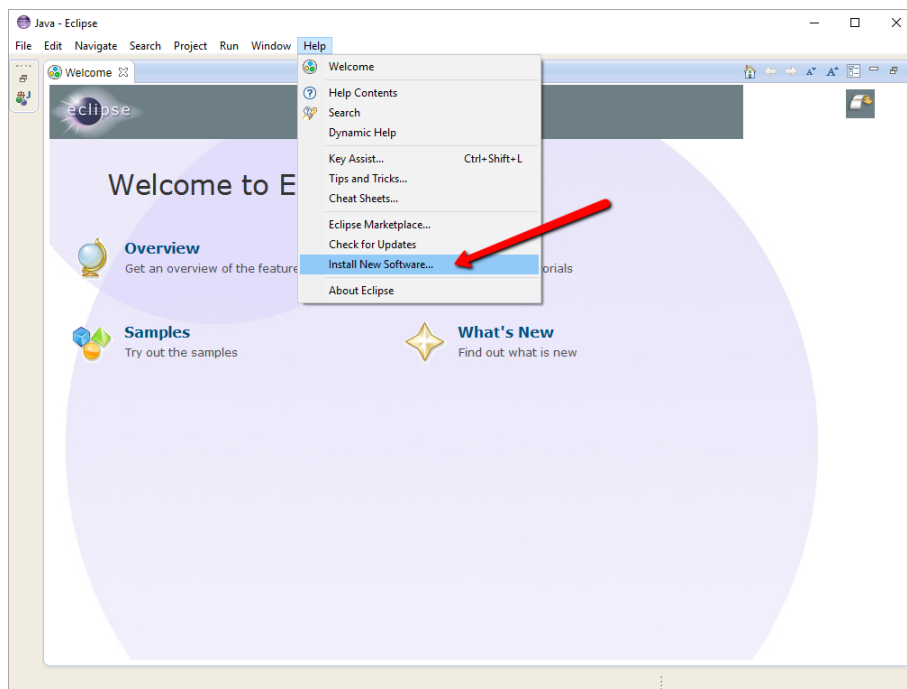


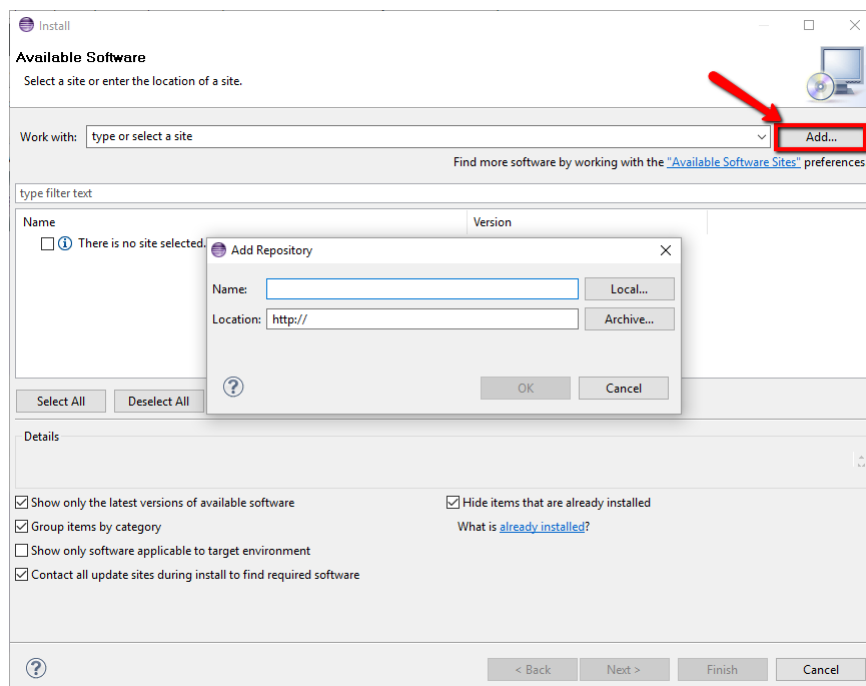
Figura G.3 – Executando o Eclipse.



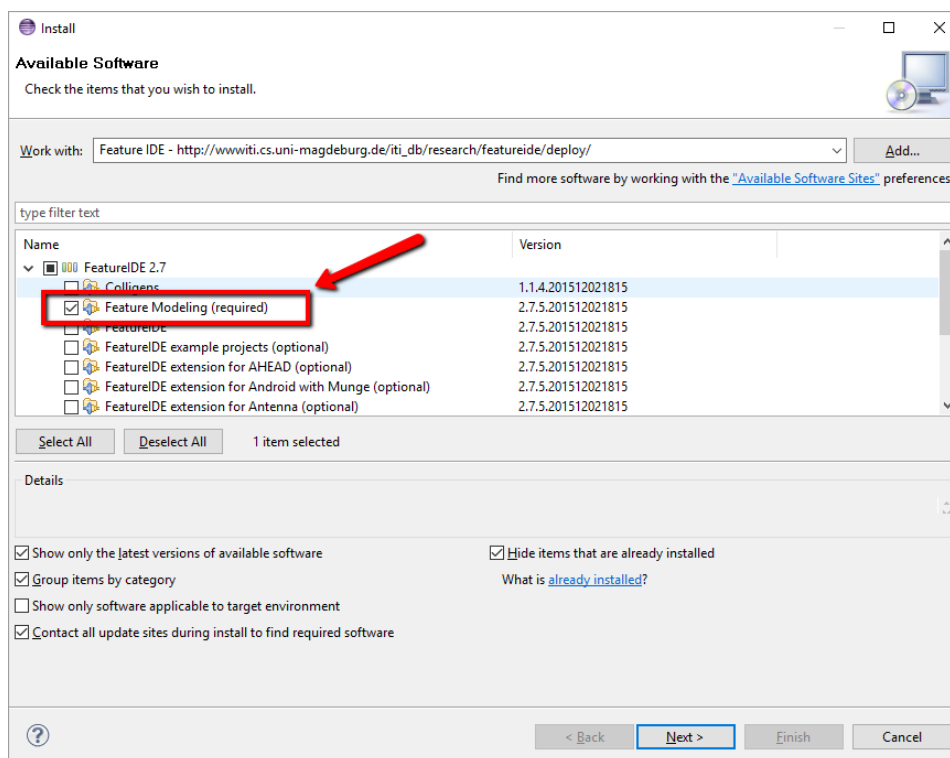
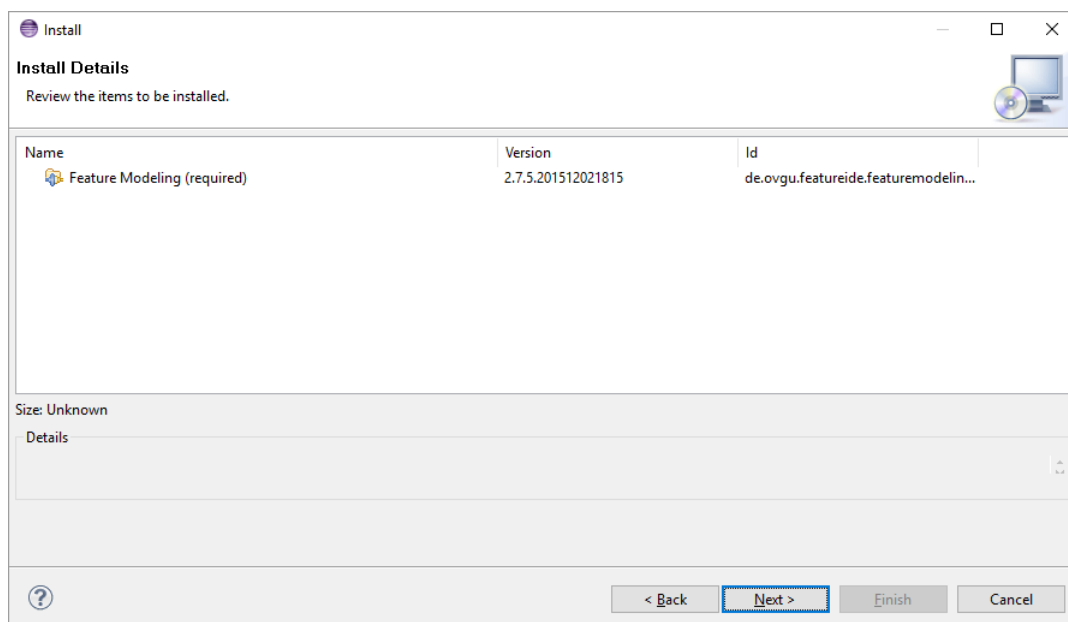
O BPL-Framework utiliza recursos de outro plugin, o FeatureIDE, sua instalação, assim como a do BPL-Framework é feita via update site. Com o Eclipse aberto, dê um clique no menu *Help -> Install New Software* (Figura G.4).

Figura G.4 – *Install New Software.*

A Figura G.5 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 esse link.

Figura G.5 – Janela *Install New Software*.

Na opção *FeatureIDE 2.7*, selecione *Feature Modeling* e clique em *Next* duas vezes, conforme mostrado na Figura G.6 e na Figura G.7.

Figura G.6 – Instalação do *FeatureIDE* (1).Figura G.7 – 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 necessário clicar em *Finish* para prosseguir com a instalação (Figura G.8). Após clicar em *Finish* iniciará a instalação, aparecerá uma validação de segurança (Figura G.9), clique em *OK*. Logo em seguida aparecerá uma mensagem solicitando a reinicialização do Eclipse.

Realizada a instalação do FeatureIDE, com o Eclipse reinicializado, clique no-

Figura G.8 – Termo de Licença.

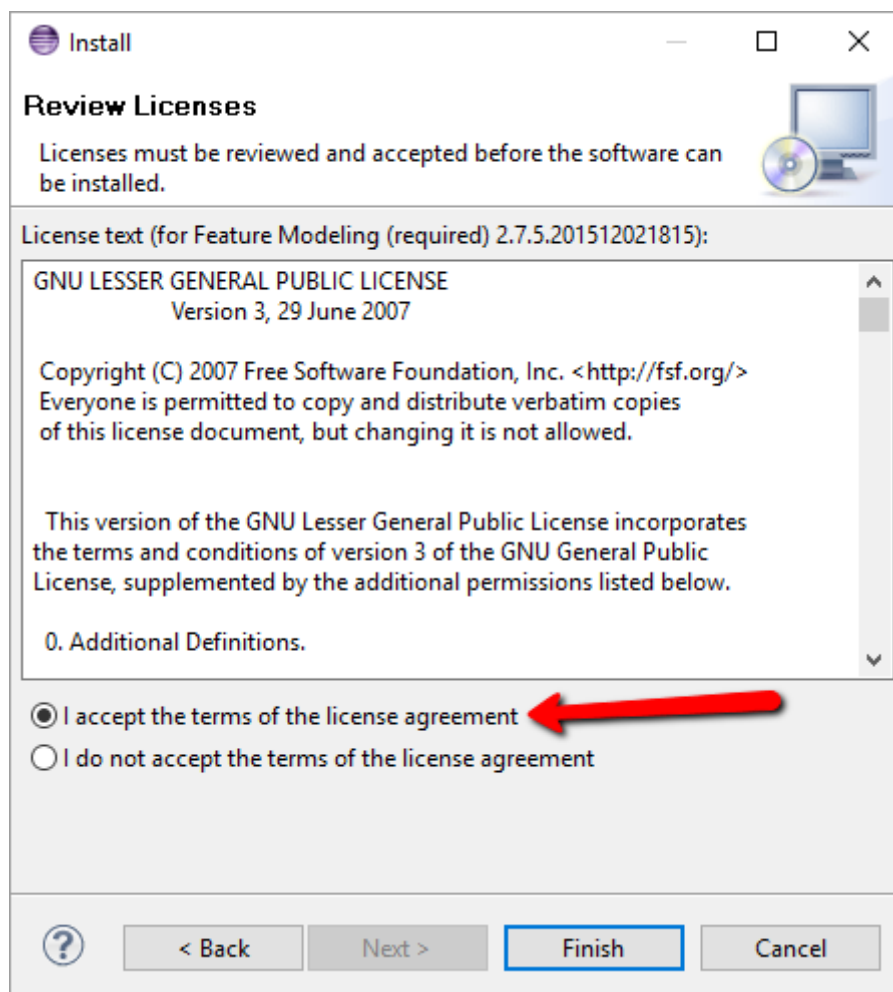
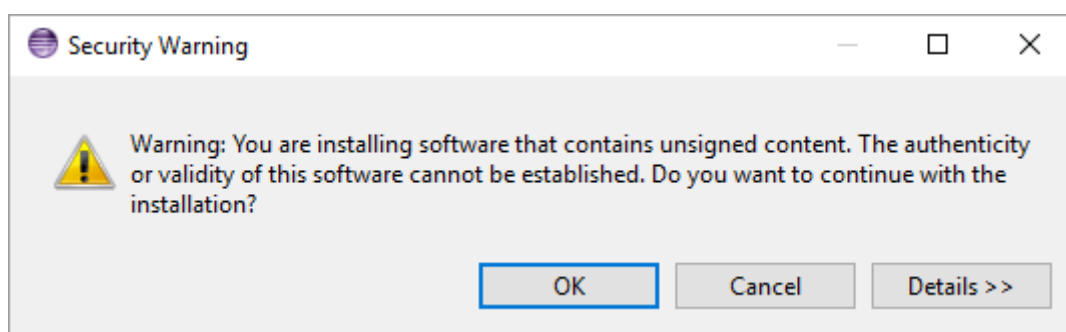


Figura G.9 – Security Warning.

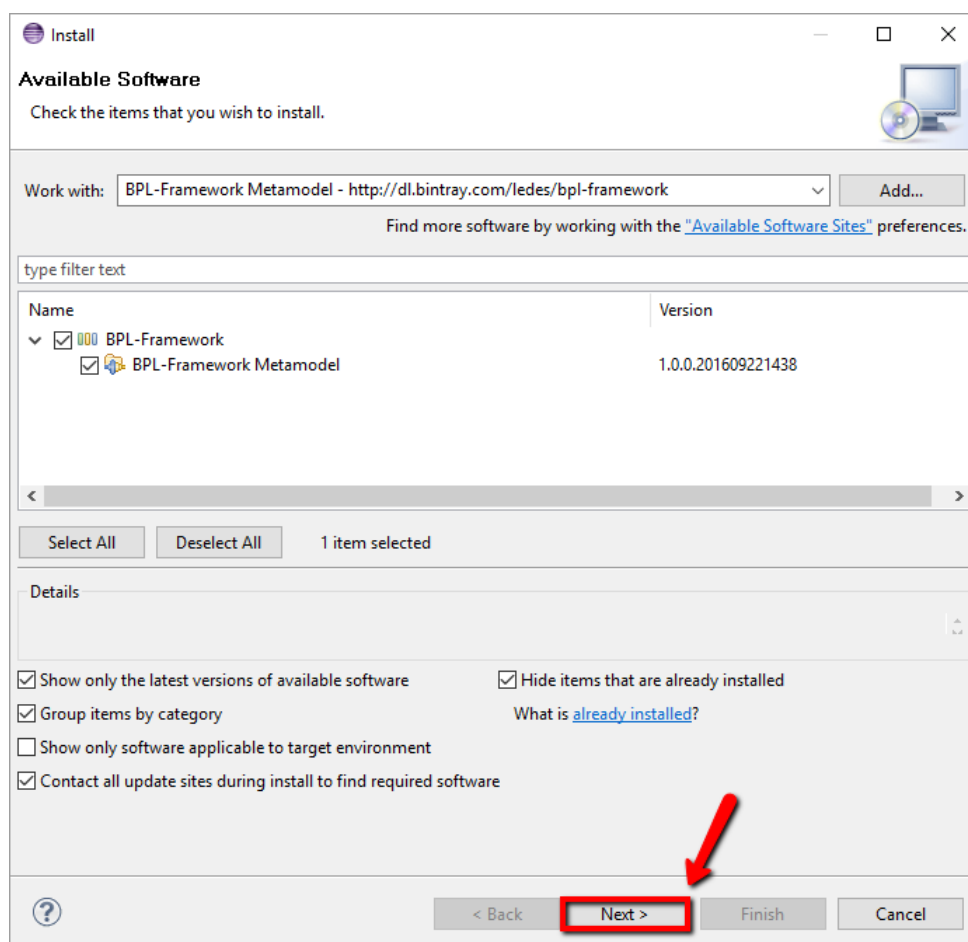


vamente no menu *Help -> Install New Software* (Figura G.5). Para instalar o BPL-Framework Metamodel, clique em *add*, abrirá a interface de adição de repositório, no campo *Name* coloque BPL-Framework Metamodel e no campo *Location* coloque o link: <http://dl.bintray.com/ledes/bpl-framework>. Selecione a opção *BPL-Framework* e clique em *Next* (Figura G.10), 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 G.5), clique em *add*, abrirá a interface de adição de repositório, no campo *Name* coloque *BPL-Framework Modeler* e no campo *Location* coloque esse link. Selecione a opção *BPL-Framework Modeler* e clique em *Next* (Figura G.10), e finalize a instalação. Realizada a instalação, reinicie o Eclipse. A ferramenta estará pronta para uso.

Figura G.10 – Instalação do BPL-Framework 2.0.



# APÊNDICE H – Manual de utilização do BPL-Framework 2.0

## Descrição

O BPL-Framework 2.0 é um plugin para Eclipse para suporte à criação e instanciação de Linhas de Processos de Negócio, ou seja, a ferramenta objetiva oferecer um ambiente computacional onde é possível criar os artefatos gerados nos processos EDN e EPN da GLPN. Por meio do BPL-Framework 2.0 é possível elaborar os modelos de processo do domínio do negócio (PDOs ou instâncias) iniciais de uma linha, o modelo de features relativos aos mesmos, o template de modelo de processos de negócio (TMPN) na notação BPMN\* e oferece suporte à fase de resolução de variabilidades para instanciação do TMPN.

## Importar o Projeto LPN do domínio de Locação para o Eclipse

Primeiramente, faça o download do arquivo comprimido *LPN<sub>Locação</sub>.zip*, descompacte a pasta em um lugar de sua preferência. Clique com o botão direito no *Package Explorer* (*Window -> View -> Package Explorer*) e selecione a opção *Import* (Figura H.1). No wizard *Import* do Eclipse, clique em *General -> Existing Projects into Workspace* e depois em *Next* (Figura H.2). No wizard seguinte, escolha a opção *Select Root Directory*, clique em *Browse* e selecione a pasta que foi extraída do arquivo *LPN<sub>Locação</sub>.zip* (Figura H.3), em seguida, marque a opção *Copy projects into workspace*. Feito isso, clique em *Finish*.

Figura H.1 – Importando um novo projeto para o Eclipse.

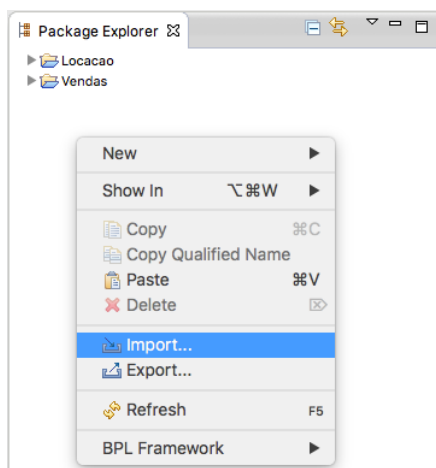


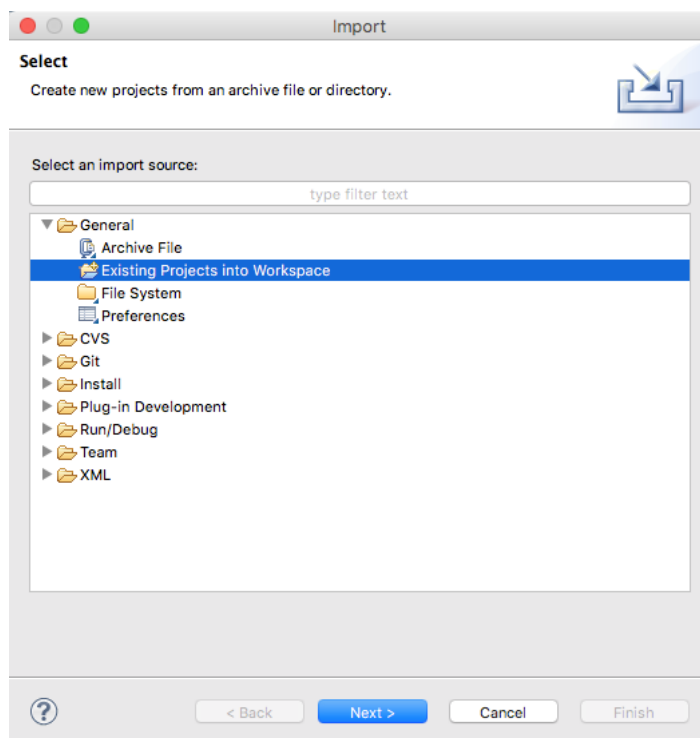
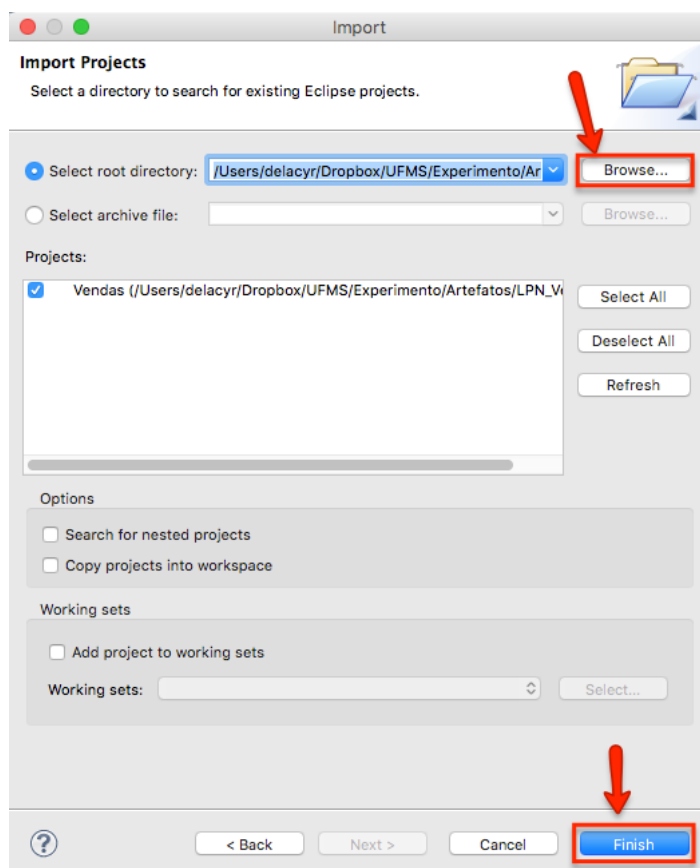
Figura H.2 – Importando projetos existentes para o *Workspace*.

Figura H.3 – Selecionando o projeto LPN Locação para importar para o Eclipse.



## Exportar o Projeto LPN do domínio de Locação do Eclipse

Clique com o botão direito no *Package Explorer* (*Window -> View -> Package Explorer*) e selecione a opção *Export* (Figura H.4). No *wizard Export* do Eclipse, clique em *General -> Archive File* e depois em *Next* (Figura H.5).

Figura H.4 – Exportando um projeto do Eclipse.

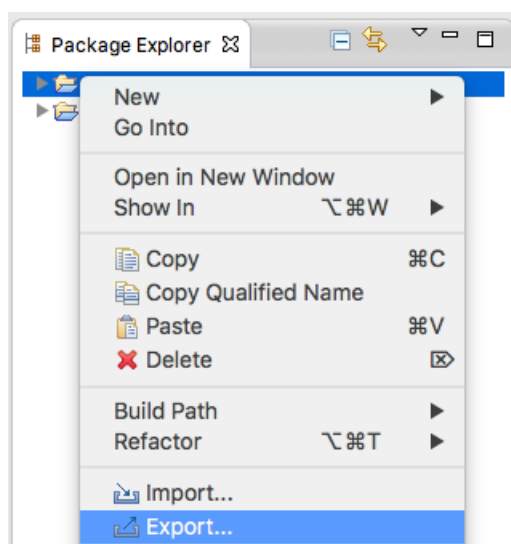
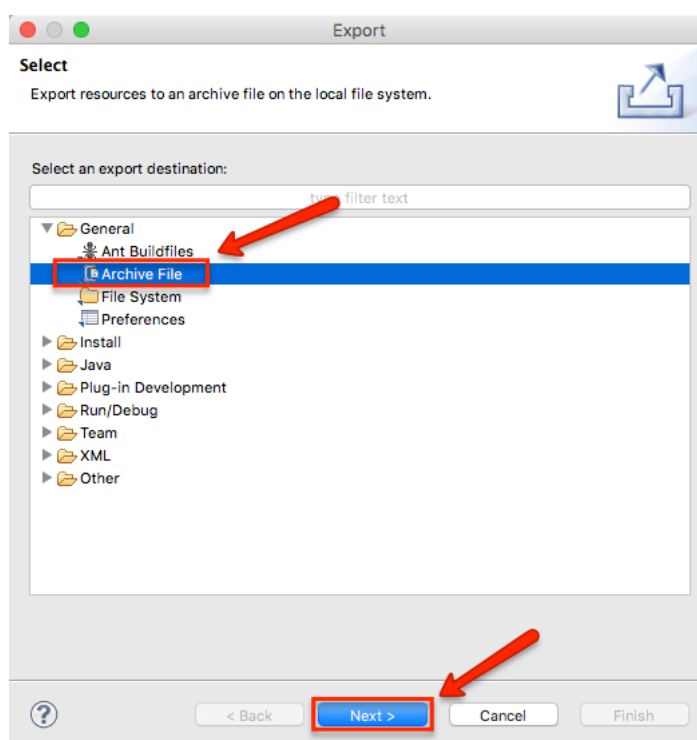


Figura H.5 – Exportando projetos existentes do Eclipse.



No wizard seguinte, selecione o projeto LPN do domínio de Locação e tenha certeza que as opções *Save in zip format*, *Create directory structure for files* e *Compress the contents of the file* estão selecionadas. Clique em *Browse* (Figura H.6a) e escolha um nome



e um local para o arquivo .zip que será gerado (Figura H.7) e salve. Após isso, clique em *Finish* (Figura H.8).

Figura H.6 – Configurando a exportação de projetos existentes no Eclipse.

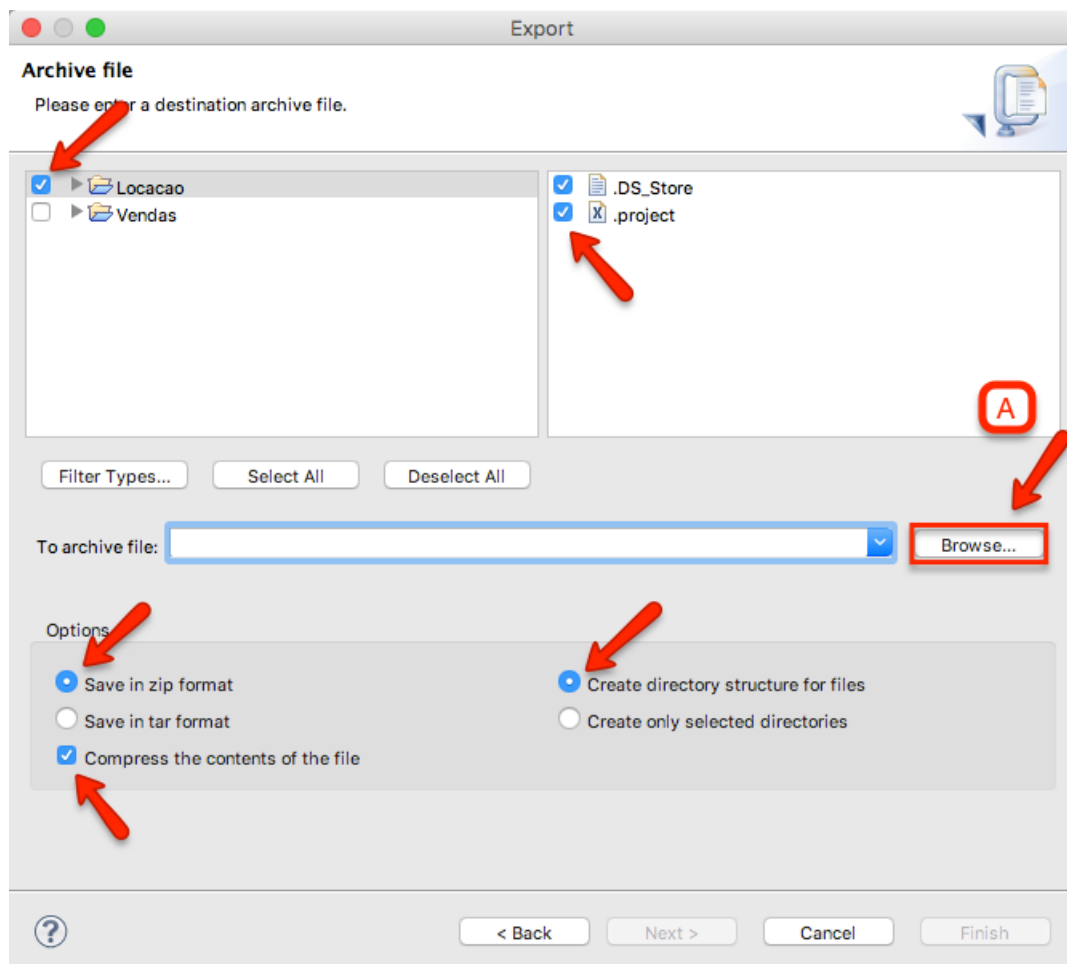


Figura H.7 – Local de armazenamento do Projeto LPN.

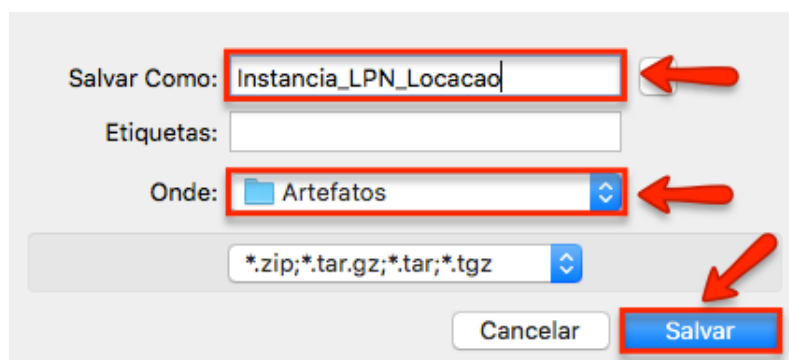
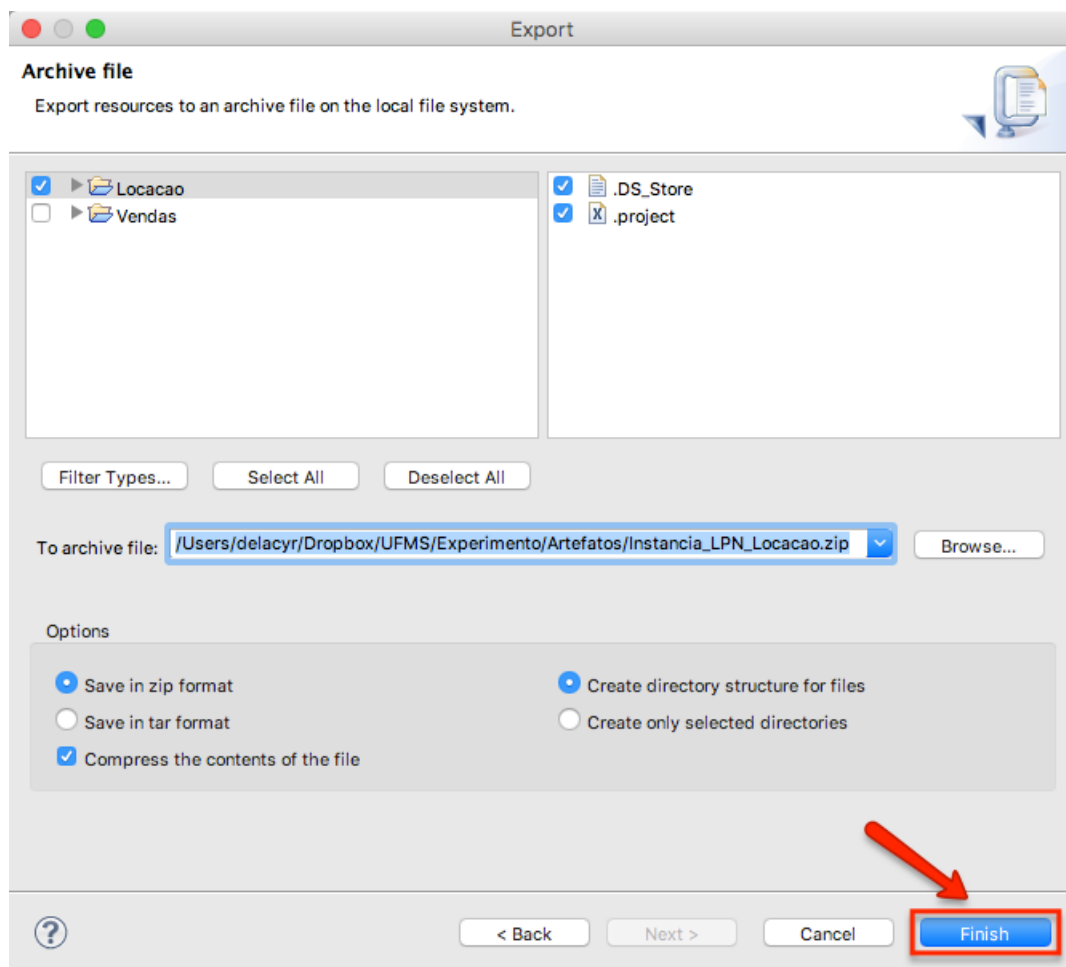


Figura H.8 – Configurando a exportação de projetos existentes no Eclipse.



## Dos procedimentos para instanciar uma LPN

### Criar modelo de configuração da LPN (baseado no TMPN)

Para criar um Modelo de configuração da LPN, clique com o botão direito sobre o arquivo TMPN da LPN em questão, que fica dentro da pasta *Business Process Model Template*. Depois clique em *New -> Other -> BPL-Framework* (Figura H.9), na opção *BPL Instantiation* (Figura H.10) clique *Next*, em seguida selecione o TMPN a ser configurado e clique em *Finish* (Figura H.11).

Ao clicar em *Finish* (Figura H.11), a qualquer momento, é possível que surja uma janela informando que o projeto em questão não foi configurado com o *BPMN2 Project Nature*. Para evitar que todo arquivo BPMN2 seja validado automaticamente, clique em *No*, conforme Figura H.12 e em seguida em *Don't ask me again*, pois não utilizaremos essa funcionalidade.

Figura H.9 – Criando modelo de configuração da LPN.

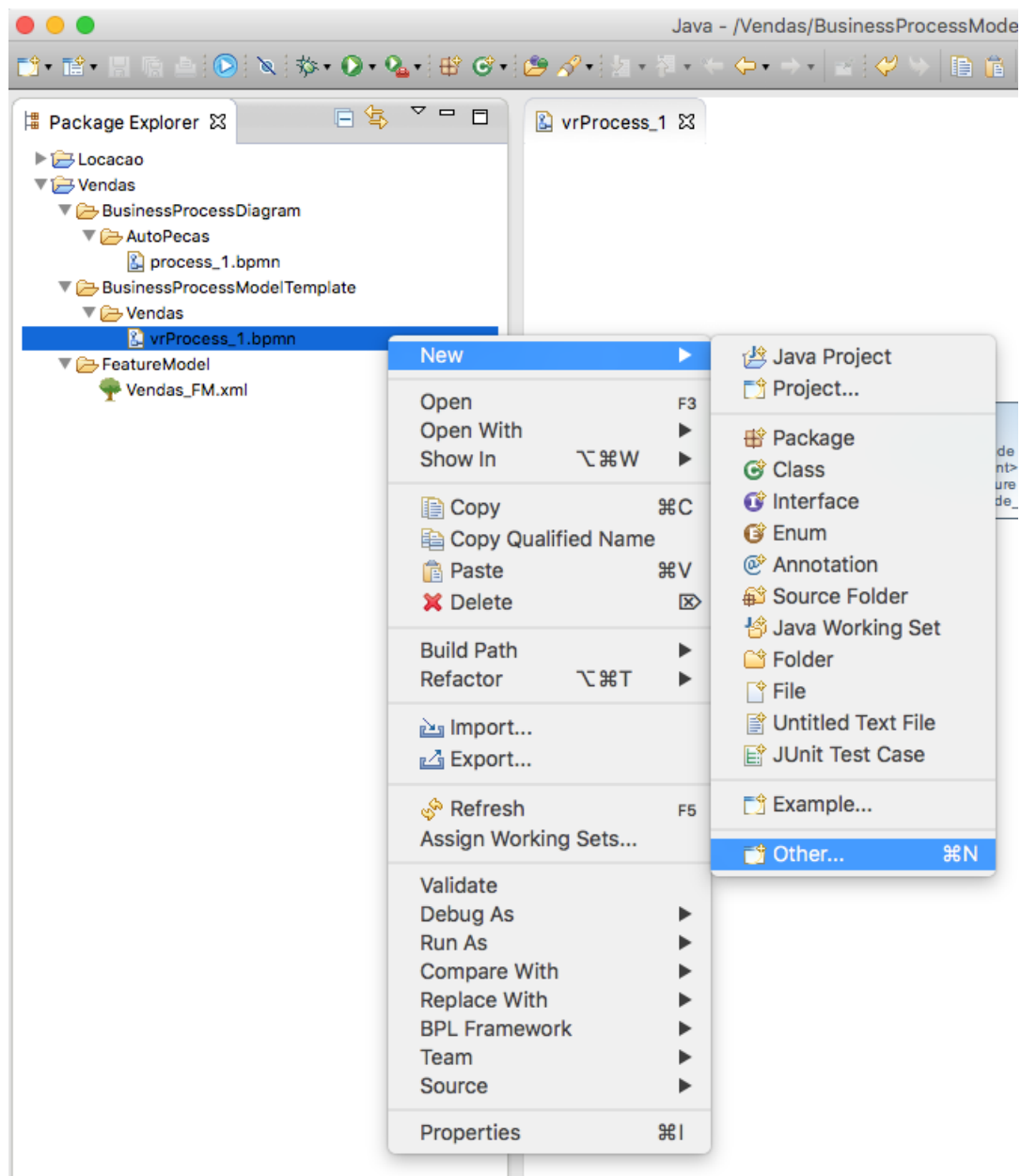


Figura H.10 – Wizard com opções do BPL-Framework.

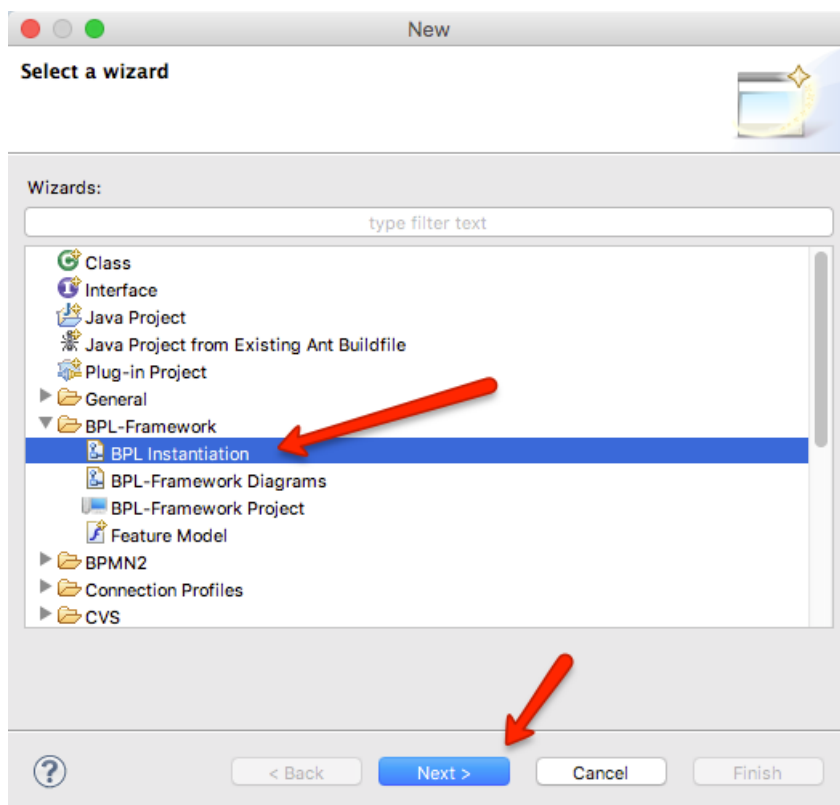


Figura H.11 – Wizard para seleção do TMPN a ser configurado.

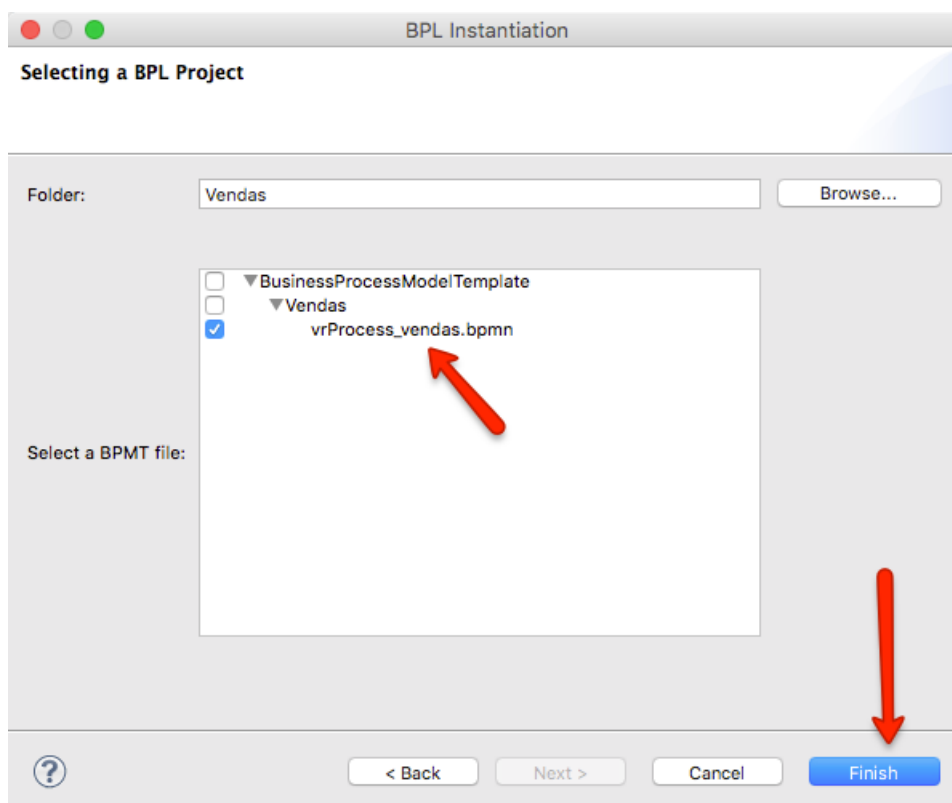
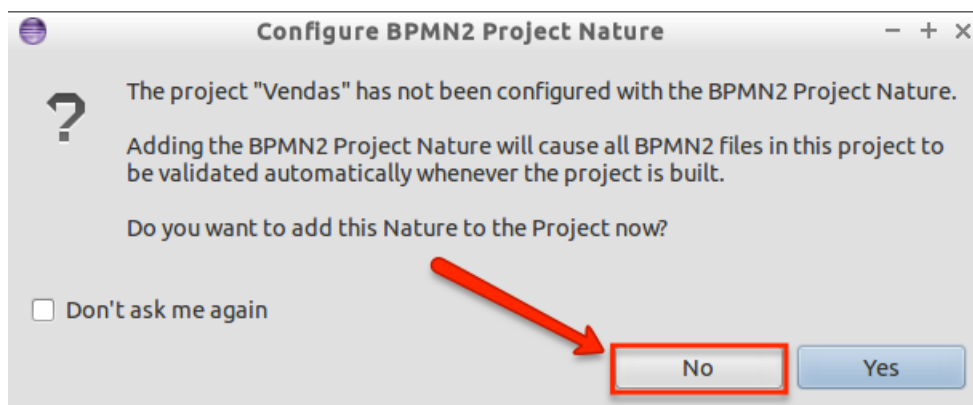


Figura H.12 – Janela de configuração do BPMN2 Project Nature.



## Resolvendo as variabilidades

Após realizados os procedimentos descritos acima, o modelo de configuração é criado na pasta *Instantiating* (Figura H.13) e abrirá automaticamente no editor da ferramenta. Os atributos que devem ser preenchidos durante a instanciação da LPN estão em *Properties* -> *Aba Instantiation*, conforme Figura H.13a. Caso não encontre a *View Properties*, no Eclipse, clique em *Window* -> *Show View* -> *Other* -> *General* -> *Properties*. A aba *Instantiation* é visível somente durante a instanciação da LPN, ou seja, no modelo de configuração na pasta *Instantiating*, conforme Figura H.13b. Para resolver uma variabilidade no modelo basta posicionar o mouse sobre a variante desejada e marcar a caixa de seleção, conforme Figura H.13c.

## Pontos de variação com associação de variabilidades do tipo «XOR»

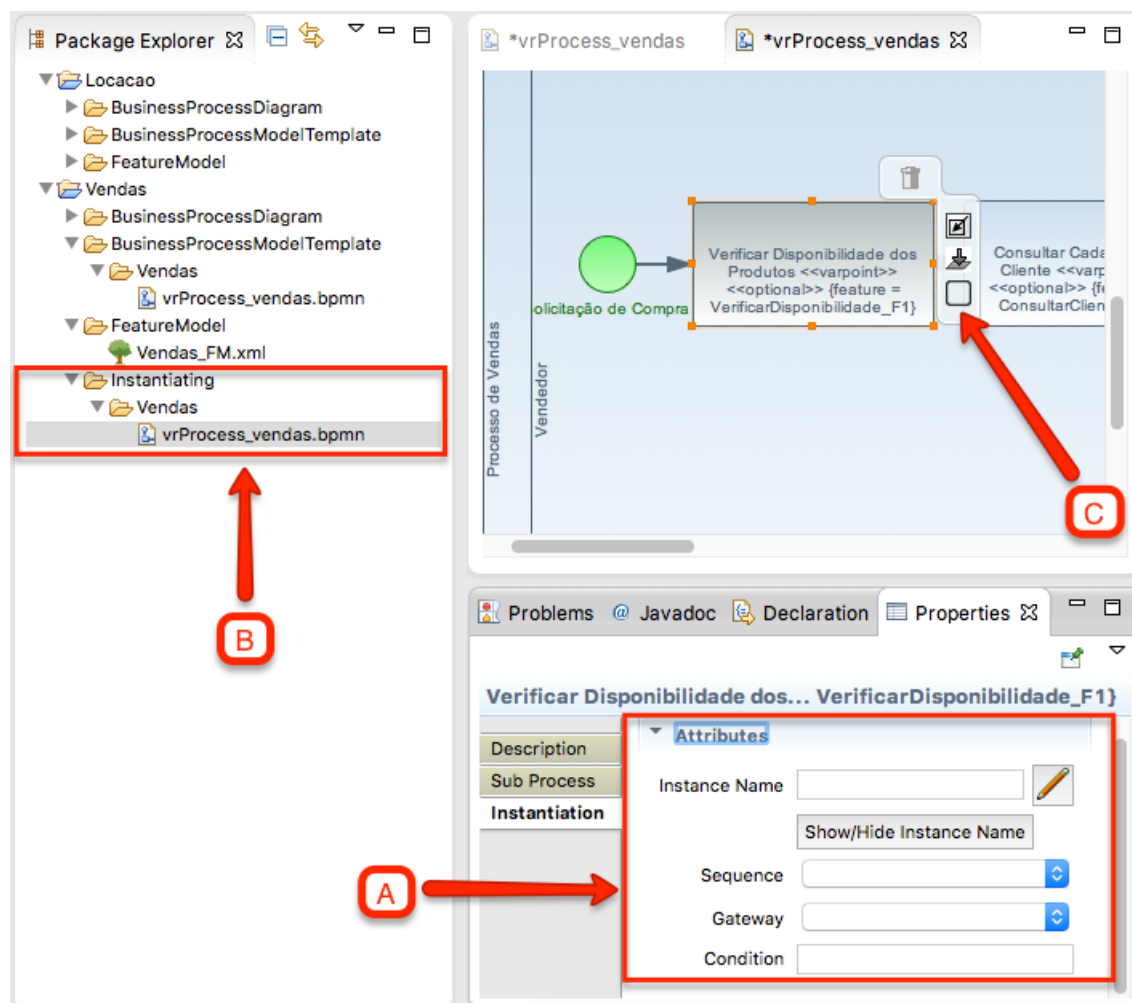
Nesse caso o estereótipo indica que somente uma das variantes do ponto de variação pode ser selecionada, conforme Figura H.14.

## Pontos de variação com associação de variabilidades do tipo «OR»

Nesse caso o estereótipo indica que uma ou mais variantes do ponto de variação podem ser selecionadas. Se houver seleção de duas ou mais variantes do mesmo ponto de variação, será necessário informar a sequência das mesmas, por meio do campo *Sequence* na aba *Instantiation* (Figura H.13a). Se as sequências informadas forem distintas uma da outra, o fluxo obedecerá a ordem definida pela sequência. Ao informar sequências idênticas para duas ou mais variantes, conforme Figura H.15, haverá um *gateway* no fluxo de sequência, portanto você deve definir o tipo desse *gateway* por meio do campo *Gateway* na aba *Instantiation* (Figura H.13a).

Se o *gateway* escolhido for do tipo *OR (Inclusive)*, isso representa um fluxo em que pode haver uma combinação dos caminhos, de acordo com a condição a ser verificada.

Figura H.13 – Interface gráfica do ambiente de instanciação do BPL-Framework 2.0.



Semanticamente, este *gateway* funciona como um *e/ou*, uma vez que o caminho a ser seguido pode ser um e/ou outro, de acordo com as condições. A condição de cada fluxo do *gateway* deve ser especificada no campo *Condition* da aba *Instantiation* (Figura H.15).

Se o *gateway* escolhido for do tipo *XOR* (*Exclusive*), isso representa um fluxo em que apenas um dos caminhos será seguido, de acordo com a condição a ser verificada. Semanticamente, este *gateway* funciona como um *ou*, uma vez que ou um ou outro caminho será seguido, de acordo com as condições. A condição de cada fluxo do *gateway* deve ser especificada no campo *Condition* da aba *Instantiation* (Figura H.15).

Se o *gateway* escolhido for do tipo *Parallel*, isso representa um fluxo em que dois ou mais caminhos serão executados paralelamente. Todos os caminhos serão executados. Semanticamente, este *gateway* funciona como um *e*, já que um e outro caminho serão executados, não sendo necessário especificar as condições dos fluxos do *gateway*.

Uma vez que todas as variabilidades do modelo de configuração tenham sido resolvidas, salve o modelo e clique no Botão *Instantiate* (Figura H.16). Ao realizar este comando o modelo de processo de negócio (PDO) será criado e gravado na pasta *Business*

Figura H.14 – Exemplo de Ponto de Variação do tipo «XOR».

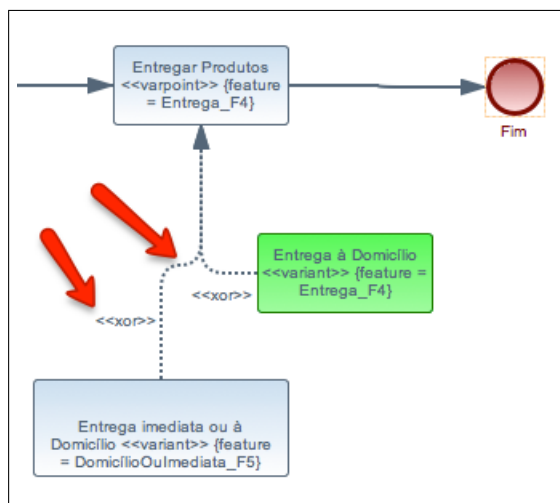
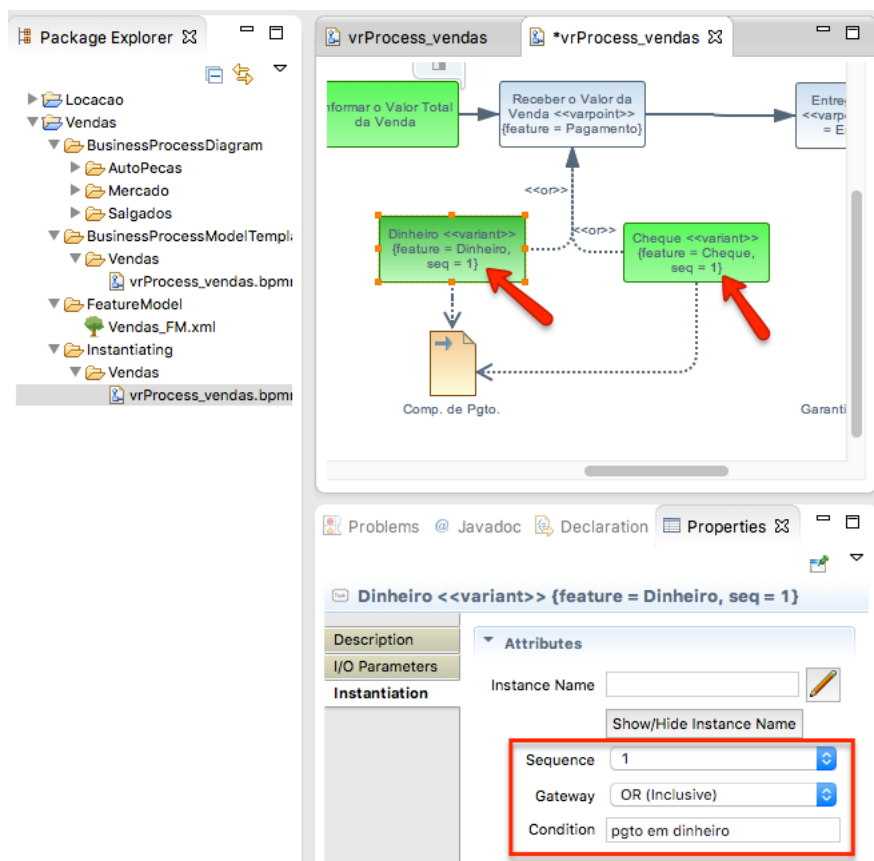


Figura H.15 – Configuração de variabilidade em pontos de variação do tipo «OR».



*Process Diagram* (Figura H.17a). Além disso, o modelo de configuração será gravado na pasta *Instantiated* (Figura H.17b) e poderá ser utilizado em futuras instanciações da LPN tomando como base esse modelo já pré-configurado.

Figura H.16 – Comando para instanciar a LPN a partir do modelo de configuração com as variabilidades resolvidas.

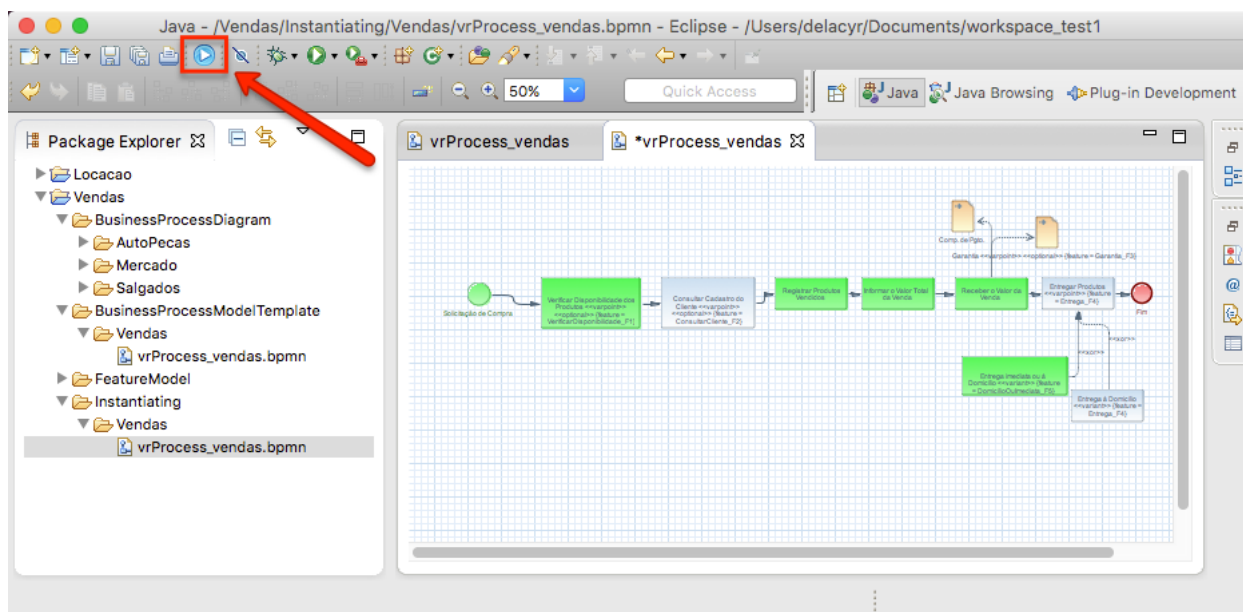
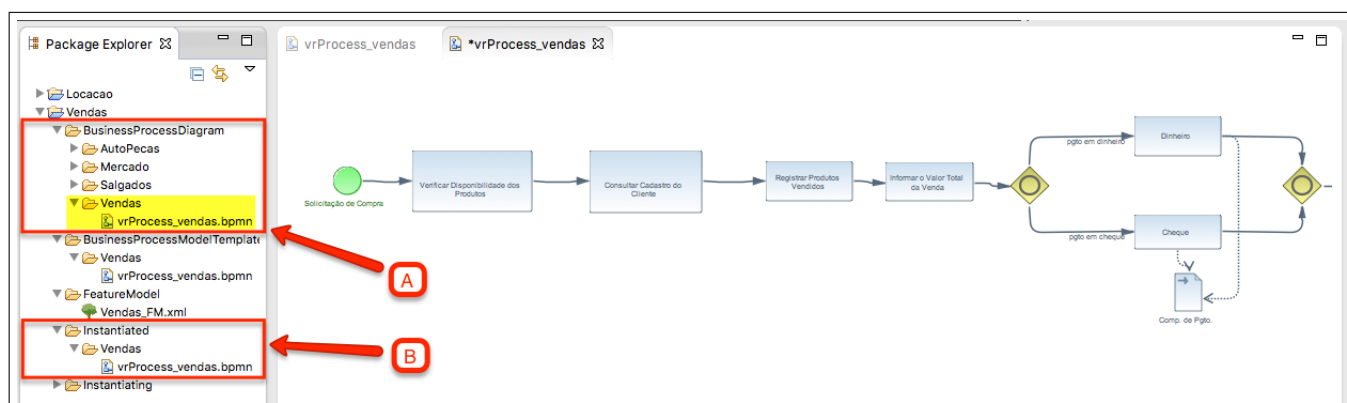


Figura H.17 – Localização das pastas que conterão o modelo de configuração e o PDO (instância da LPN).





# APÊNDICE I – Alterações realizadas no código do BPMN2 Modeler

Neste apêndice são apresentadas as classes alteradas/criadas e seus métodos. As tabelas a seguir apresentam os métodos alterados/criados dos pacotes do *plugin* BPMN2 Modeler e suas respectivas classes.

O BPMN2 Modeler foi desenvolvido com base no EMF, portanto foi necessário alterar o metamodelo do *plugin* EMF para realizar a extensão, o metamodelo está localizado no projeto `org.eclipse.bpmn2` e foram adicionados atributos nas classes *Activity* (Figura I.1) e *ItemAwareElement* (Figura I.2).

- `FileTreeContentProvider.java` - Classe utilizada para montar uma árvore de arquivos.
- `FileTreeLabelProvider.java` - Classe utilizada para rotular os arquivos da árvore.
- `InstantiationWizard.java` - Classe utilizada para implementar o *wizard* da instânciação da LPN.
- `InstantiationWizardPage1.java` - Classe auxiliar que implementa o as páginas do *wizard* de instânciação.
- `AppendCheckedFeature.java` - Classe que implementa a caixa de seleção (marcada) dos elementos.
- `AppendUncheckedFeature.java` - Classe que implementa a caixa de seleção (desmarcada) dos elementos.
- `Instantiate.java` - Classe que implementa a validação do modelo de configuração e modelagem do PDO baseado no modelo de configuração.
- `ShapeEditor.java` - Classe utilizada para criação de novos elementos (*gateway*) no PDO (instância da LPN).
- `SuperContainer.java` - Classe utilizada para armazenar informações de variabilidade do modelo de configuração para modelagem da instância da LPN.
- `GatewayObjectEditor.java` - Classe que implementa a lista de *gateway* (*Parallel*, *OR*, *XOR*) na aba *Instantiation*.

- `SequenceObjectEditor.java` - Classe que implementa o campo para informar a sequência da variante selecionada.
- `InstantiationDetailComposite.java` - Classe que implementa a interface da aba *Instantiation*.
- `InstantiationPropertySection.java` - Classe que implementa a visibilidade da aba *Instantiation*.

Tabela I.1 – Métodos alterados/criados nas classes do BPMN2 Modeler.

| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui</b>                 |                                       |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.wizards</b>         |                                       |
| <b>Classe</b>                                       | <b>Método</b>                         |
| <code>FileTreeContentProvider.java</code> (Criado)  | <code>dispose</code>                  |
|                                                     | <code>inputChanged</code>             |
|                                                     | <code>getElements</code>              |
|                                                     | <code>getChildren</code>              |
|                                                     | <code>getParent</code>                |
|                                                     | <code>hasChildren</code>              |
| <code>FileTreeLabelProvider.java</code> (Criado)    | <code>getImage</code>                 |
|                                                     | <code>getText</code>                  |
|                                                     | <code>addListener</code>              |
|                                                     | <code>dispose</code>                  |
|                                                     | <code>isLabelProperty</code>          |
|                                                     | <code>removeListener</code>           |
| <code>InstantiationWizard.java</code> (Criado)      | <code>init</code>                     |
|                                                     | <code>performFinish</code>            |
|                                                     | <code>addPages</code>                 |
| <code>InstantiationWizardPage1.java</code> (Criado) | <code>InstantiationWizardPage1</code> |
|                                                     | <code>createControl</code>            |
|                                                     | <code>isProject</code>                |
|                                                     | <code>isBPL</code>                    |
|                                                     | <code>updateStatus</code>             |
|                                                     | <code>openDirectoryDialog</code>      |
|                                                     | <code>getProjectName</code>           |
|                                                     | <code>removeFolderNameSegments</code> |
|                                                     | <code>getCheckedElements</code>       |

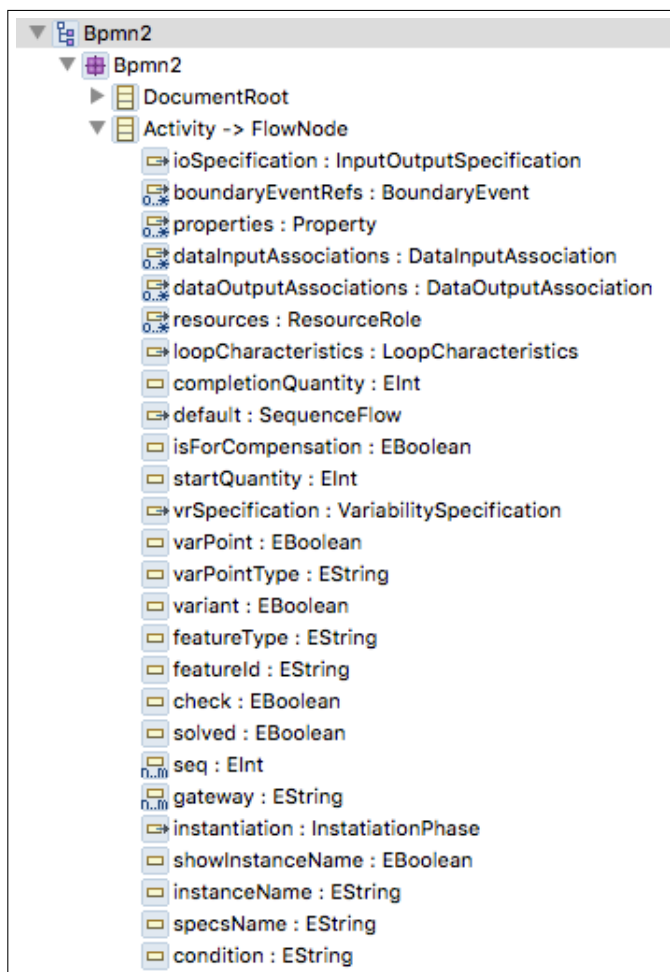
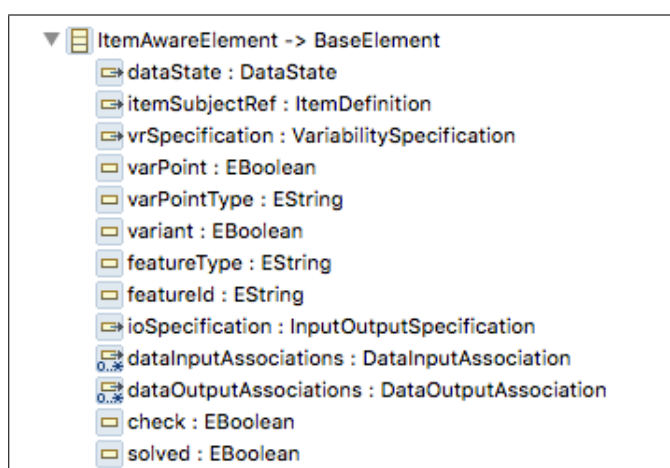
Figura I.1 – Atributos da classe *Activity* do metamodelo do EMF.Figura I.2 – Atributos da classe *ItemAwareElement* do metamodelo do EMF.

Tabela I.2 – Métodos alterados/criados nas classes do BPMN2 Modeler (continuação).

| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui</b>                              |                                        |
|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.features</b>                     |                                        |
| <b>Classe</b>                                                    | <b>Método</b>                          |
| AppendCheckedFeature.java (Criado)                               | getName                                |
|                                                                  | getDescription                         |
|                                                                  | getImageId                             |
|                                                                  | isAvailable                            |
|                                                                  | canExecute                             |
|                                                                  | execute                                |
|                                                                  | setFillColor                           |
|                                                                  | setOnlySeqGreen                        |
|                                                                  | getContainer                           |
|                                                                  | checkVariabilityType                   |
|                                                                  | hasVariant                             |
| AppendUncheckedFeature.java (Criado)                             | getName                                |
|                                                                  | getDescription                         |
|                                                                  | getImageId                             |
|                                                                  | isAvailable                            |
|                                                                  | canExecute                             |
|                                                                  | execute                                |
|                                                                  | setFillColor                           |
|                                                                  | setOnlySeqGreen                        |
|                                                                  | getContainer                           |
|                                                                  | checkVariabilityType                   |
|                                                                  | hasVariant                             |
| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.features.activity</b>            |                                        |
| AbstractActivityFeatureContainer.java (Alterado)                 | getUpdateFeature                       |
|                                                                  | getCustomFeatures                      |
| Messages.java (Alterado)                                         | <i>strings</i> estáticas               |
| Messages.properties (Alterado)                                   | Definição das <i>strings</i> estáticas |
| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.features.activity.task</b>       |                                        |
| TaskFeatureContainer.java (Alterado)                             | getAddFeature                          |
| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.features.activity.subprocess</b> |                                        |
| SubProcessFeatureContainer.java (Alterado)                       | SubProcessFeatureContainer             |
| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.features.data</b>                |                                        |
| DataInputFeatureContainer.java (Alterado)                        | DataInputFeatureContainer              |
| DataOutputFeatureContainer.java (Alterado)                       | DataOutputFeatureContainer             |
| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.features.flow</b>                |                                        |
| DataAssociationFeatureContainer.java (Alterado)                  | DataAssociationFeatureContainer        |
| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.commands</b>                     |                                        |
| Instantiate.java (Criado)                                        | execute                                |
|                                                                  | alignShapes                            |
|                                                                  | moveShape                              |
|                                                                  | getFlowElementChildren                 |
|                                                                  | disqualifyTask                         |

Tabela I.3 – Métodos alterados/criados nas classes do BPMN2 Modeler (continuação).

| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.commands</b> |                              |
|----------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Classe</b>                                | <b>Método</b>                |
| Instantiate.java (Criado)                    | createNewConnection          |
|                                              | createNewShape               |
|                                              | generateModel                |
|                                              | sweepVarpoints               |
|                                              | SweepDataObjects             |
|                                              | selectOutput                 |
|                                              | selectInput                  |
|                                              | hasDataVariants              |
|                                              | disqualifyDO                 |
|                                              | generateSingleVariant        |
|                                              | hasVariant                   |
|                                              | generateOrVarpoint           |
|                                              | createGateway                |
|                                              | numberOfCheckedVariants      |
|                                              | copyDataVariant              |
|                                              | getCheckedVariant            |
|                                              | sweepVariant                 |
|                                              | hasUncheckedVariants         |
|                                              | deleteObject                 |
|                                              | getContainerShape            |
|                                              | getContainerShapefromEObject |
|                                              | ValidateDiagram              |
|                                              | checkDataObjects             |
|                                              | checkVarPoints               |
|                                              | checkVariants                |
| ShapeEditor.java (Criado)                    | createNewShape               |
|                                              | getShape                     |
|                                              | getObject                    |
|                                              | getICreateFeature            |
|                                              | getICreateContext            |
|                                              | getFlowElementChildren       |
| SuperContainer.java (Criado)                 | getObject                    |
|                                              | setObject                    |
|                                              | getCondition                 |
|                                              | setCondition                 |
|                                              | getGateway                   |
|                                              | setGateway                   |
|                                              | getContainerShape            |
|                                              | setContainerShape            |
|                                              | getSequence                  |
|                                              | setSequence                  |
|                                              | setContainerShapeSequence    |
|                                              | setAll                       |

Tabela I.4 – Métodos alterados/criados nas classes do BPMN2 Modeler (continuação).

| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.property</b>         |                                        |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.property.editors</b> |                                        |
| <b>Classe</b>                                        | <b>Método</b>                          |
| GatewayObjectEditor.java (Criado)                    | setValue                               |
|                                                      | getValue                               |
|                                                      | createObject                           |
|                                                      | editObject                             |
|                                                      | getChoiceOfValues                      |
|                                                      | notifyChanged                          |
| SequenceObjectEditor.java (Criado)                   | setValue                               |
|                                                      | getValue                               |
|                                                      | getChoiceOfValues                      |
|                                                      | notifyChanged                          |
| Messages.java (Alterado)                             | <i>strings</i> estáticas               |
| Messages.properties (Alterado)                       | Definição das <i>strings</i> estáticas |
| <b>org.eclipse.bpmn2.modeler.ui.property.tasks</b>   |                                        |
| InstantiationDetailComposite.java (Criado)           | InstantiationDetailComposite           |
|                                                      | getPropertiesProvider                  |
|                                                      | notifyChanged                          |
|                                                      | cleanBindings                          |
|                                                      | createBindings                         |
|                                                      | isORorXOR                              |
|                                                      | isOrVarpoint                           |
|                                                      | createWidgetsShowInstanceName          |
|                                                      | createWidgetsInstanceName              |
|                                                      | createWidgetsseqList                   |
|                                                      | createWidgetsGateway                   |
|                                                      | createWidgetsCondition                 |
|                                                      | hasSameSequence                        |
|                                                      | redrawParent                           |
|                                                      | updateName                             |
|                                                      | changeElementName                      |
| InstantiationPropertySection.java (Criado)           | getName                                |
|                                                      | createSectionRoot                      |
|                                                      | appliesTo                              |
| VrSpecificationPropertySection.java (Alterado)       | getBusinessObjectForSelection          |
|                                                      | appliesTo                              |