



Pós-Graduação em Ciência da Computação

**MABUPTool – Uma Ferramenta para apoiar uma abordagem de Processos de
Negócio Autônômicos Multi Níveis**

Por

Bruno Nascimento de Figueiredo

Dissertação de Mestrado



Universidade Federal de Pernambuco
posgraduacao@cin.ufpe.br
www.cin.ufpe.br/~posgraduacao

RECIFE
2016

BRUNO NASCIMENTO DE FIGUEIREDO

MABUPTOOL – UMA FERRAMENTA PARA APOIAR UMA ABORDAGEM DE
PROCESSOS DE NEGÓCIO AUTÔNOMICOS MULTI NÍVEIS

*DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO DO CENTRO DE
INFORMÁTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL
DE PERNAMBUCO, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE
MESTRE EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.*

ORIENTADOR: PROF. DR. JELSON FREIRE BRELAZ DE CASTRO

RECIFE
2016

Catálogo na fonte
Bibliotecária Monick Raquel Silvestre da S. Portes, CRB4-1217

F475m Figueiredo, Bruno Nascimento de
MABUPTool: uma ferramenta para apoiar uma abordagem de processos de
negócio autônômicos multi níveis / Bruno Nascimento de Figueiredo. – 2016.
179 f.: il., fig., tab.

Orientador: Jaelson Freire Brelaz de Castro.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CIn,
Ciência da Computação, Recife, 2016.

Inclui referências e apêndices.

1. Engenharia de software. 2. Gestão de processos de negócio. 3.
Ferramentas. I. Castro, Jaelson Freire Brelaz (orientador). II. Título.

005.1

CDD (23. ed.)

UFPE- MEI 2016-079

Bruno Nascimento de Figueiredo
MABUPTool - Uma Ferramenta para apoiar uma abordagem de Processos De
Negócio Autônomicos Multi Níveis

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Ciência da Computação da
Universidade Federal de Pernambuco, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Mestre em Ciência da Computação:

Aprovado em 16/02/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Robson do Nascimento Fidalgo
Centro de Informática / UFPE

Profa. Gilberto Amado de Azevedo Cysneiros Filho
Departamento de Estatística e Informática/ UFRPE

Prof. Jaelson Freire Brelaz de Castro
Centro de Informática / UFPE

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ele ter me dado capacidade e força de vontade para realizar os meus objetivos.

Aos meus pais, Vilmar e Adriane, que mais do que me proporcionar uma boa infância e vida acadêmica, formaram os fundamentos do meu caráter e me apontaram uma vida eterna. Obrigada por serem a minha referência de tantas maneiras e estarem sempre presentes na minha vida de uma forma indispensável, mesmo separados por tantos quilômetros.

A minha namorada, Mariana, por todo amor, carinho, paciência e compreensão que tem me dedicado.

A todos da minha família que fizeram parte de cada vitória em minha vida.

Aos companheiros do Laboratório de Engenharia de Requisitos (LER), pelo apoio e convivência, especialmente Jessyka, João, Ênyo, Herbertt, Any, Mariana e Karol.

Ao meu orientador Prof. Dr. Jaelson Castro principalmente pela sua confiança e pelos seus conselhos, paciência e espetacular orientação.

Sou muito grato a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste curso. E peço perdão àqueles a quem não citei nominalmente, mas que tenham a certeza de que a tônica constante em todas as fases de realização desta etapa foi a sua presença.

RESUMO

Contexto: Multi Level Autonomic Business Process (MABUP) é uma opção para auxiliar no gerenciamento de processos de negócios autônômicos. Ela considera aspectos relativos à variabilidade, compreensibilidade, escalabilidade e Requisitos Não-Funcionais. Contudo, identificamos algumas limitações para adoção da abordagem MABUP, entre elas a necessidade do desenvolvimento de uma ferramenta de apoio que permita não apenas a modelagem dos processos de negócios com características autônômicas, mas também a sua execução. **Objetivo:** Portanto, nesta dissertação propomos o desenvolvimento da ferramenta MABUPTool, a partir da extensão do framework Activiti, com o objetivo de auxiliar na adoção e compreensão da abordagem MABUP. **Método:** Após o desenvolvimento da ferramenta foram feitas duas avaliações experimentais com o objetivo de investigar a adoção da abordagem como sua ferramenta de apoio. Os resultados obtidos são promissores uma vez que os dados indicam que a adoção dos elementos estendidos auxilia a compreensão da abordagem MABUP. **Conclusões:** Para avaliar a qualidade da ferramenta, uma avaliação de usabilidade foi feita e os resultados indicaram que os quatro fatores analisados (satisfação geral, utilidade do sistema, qualidade da informação e qualidade da interface) foram alcançados com sucesso.

Palavras-chave: Gestão de processos de negócio. Modelagem multi nível. MABUP. Processos de negócios autônômicos. Ferramentas. BPMS, Activiti.

ABSTRACT

Context: Multi-level Autonomic Business Process (MABUP) approach is an option to manage autonomic business processes, it is considers aspects such as to variability, understandability, scalability and Non-Functional Requirements. However, we have identified several limitations for the adoption of MABUP approach. Among then, the need for a supporting tool, that allows not only the modeling of the business process with autonomic characteristics, but also its execution. **Objective:** Hence, in this dissertation we propose the development of MABUPTool tool, from the extension of Activiti framework, in order to assist in the adoption and understanding of MABUP approach. **Method:** After the tool development, some experiments were conducted to assess both the adoption of the MABUP approach and its supporting tool. The results indicate that the adoption extended elements enhances the understanding of MABUP approach. **Conclusions:** To assess the quality of the tool, a usability evaluation was performed and the results shows that all four factors analyzed (overall satisfaction, system utility, quality of information and interface quality) were successfully achieved.

Key-words: Business process management. Multi level modeling. Autonomic business processes. MABUP. Tools. BPMS. Activiti.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo BPM.....	21
Figura 2. Elementos de BPMN representados em um de processo de negócio genérico.	25
Figura 3. Processo da abordagem MABUP.....	28
Figura 4. Visão geral das fases de modelagem e gestão de MABUP.....	30
Figura 5. Infraestrutura Tradicional MDD	34
Figura 6. Arquitetura MABUPTool.	45
Figura 7. Metamodelo MABUP e BPMN.	48
Figura 8. Metamodelo MABUP, BPMN e Activiti.	51
Figura 9. Implementação do elemento Atividade Crítica.	53
Figura 10. Sintaxe concreta do elemento Atividade Crítica.	54
Figura 11. Modelagem Organizacional do processo de Gestão de Serviço de Telecom.	55
Figura 12. Implementação do elemento Atividade Monitorada.	56
Figura 13. Sintaxe concreta do elemento Atividade Monitorada.	57
Figura 14. Modelagem Tecnológico do processo de Gestão de Serviço de Telecom utilizando a ferramenta Activiti com o elemento estendido Atividade Monitorada.....	60
Figura 15. Sintaxe concreta do elemento Ponto de Variação.	62
Figura 16. Implementação das propriedades do elemento Evento de Contexto.	63
Figura 17. Implementação da persistência do elemento Evento de Contexto.....	64
Figura 18. Sintaxe concreta do elemento Evento de Contexto.....	65
Figura 19. Implementação do elemento Atividade Operacional.	66
Figura 20. Implementação da persistência do elemento Atividade Operacional.	67
Figura 21. Sintaxe concreta do elemento Atividade Operacional.	68
Figura 22. Modelagem do Nível Operacional do processo de Gestão de Serviço de Telecom.....	69
Figura 23. Integração do BPMN com os elementos estendidos do MABUP.....	70

Figura 24. Exemplo da criação dos artefatos de implantação.	72
Figura 25. Exemplo de implantação do modelo do Nível Organizacional Telecom em <i>Activiti Explorer</i>	73
Figura 26. Processo de Gestão de Serviços de Telecomunicações implantada no Framework Activiti	73
Figura 27. Ilustração de um experimento.	77
Figura 28. Graus do participantes e formação acadêmica.	82
Figura 29. Experiência e proficiência em Modelagem de Processos de Negócio.	82
Figura 30. Proficiência em outra maneira de representar a descrição de negócios.	83
Figura 31. Proficiência em análise de sistemas.	84
Figura 32. Distribuição do tempo de modelagem dos dois grupos.	85
Figura 33. Modelagem de características autonômicas utilizando elementos estendidos.	86
Figura 34. Compreensão da abordagem MABUP utilizando elementos estendidos.	87
Figura 35. Representação da facilidade dos elementos estendidos	88
Figura 36. Utilização dos elementos estendidos.	91
Figura 37. Graus do participantes e formação acadêmica do experimento.	98
Figura 38. Experiência e proficiência em Modelagem de Processos de Negócio.	98
Figura 39. Uso de ferramentas para modelagem negócio e automação de processos de negócio.	99
Figura 40. Distribuição do tempo de modelagem dos dois grupos.	100
Figura 41. Modelagem de características autonômicas.	101
Figura 42. Compreensão da abordagem MABUP utilizando elementos estendidos.	103
Figura 43. Representação da facilidade do elemento Atividade Crítica.	104
Figura 44. Representação da facilidade do elemento Atividade Monitorada.	106
Figura 45. Representação da facilidade do elemento Atividade Monitorada.	108
Figura 46. Representação da facilidade do elemento Evento de Contexto.	110
Figura 47. Representação da facilidade do elemento Atividade Operacional.	112
Figura 48. Utilização do elemento Atividade Crítica nos experimentos.	114

Figura 49. Utilização do elemento Atividade Monitorada nos experimentos.	115
Figura 50. Utilização do elemento Ponto de Variação nos experimentos.	115
Figura 51. Utilização do elemento Evento de Contexto nos experimentos.....	116
Figura 52. Utilização do elemento Atividade Operacional nos experimentos.	116
Figura 53. Representação da associação dos elementos estendidos.	118

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Comparação entre os trabalhos relacionados.....	42
Tabela 2. Desenho do Experimento Piloo.	78
Tabela 3. Hipóteses nula e alternativa do segundo experimento.....	79
Tabela 4. Resultados da facilidade dos elementos estendidos (Atividade Crítica, Atividade Monitorada, Ponto de Variação, Evento de Contexto e Atividade Operacional).	88
Tabela 5. Resultados da utilidade dos elementos estendidos (Atividade Crítica, Atividade Monitorada, Ponto de Variação, Evento de Contexto e Atividade Operacional).	90
Tabela 6. Desenho do Experimento.....	94
Tabela 7. Hipóteses nula e alternativa do segundo experimento.....	96
Tabela 8. Modelagem de características autonômicas nos experimentos.....	101
Tabela 9. Compreensão da abordagem MABUP.....	102
Tabela 10. Resultados da facilidade do elemento estendido Atividade Crítica.	104
Tabela 11. Resultados da facilidade do elemento estendido Atividade Monitorada.	105
Tabela 12. Resultados da facilidade do elemento estendido Ponto de Variação.	107
Tabela 13. Resultados da facilidade do elemento estendido Evento de Contexto.....	109
Tabela 14. Resultados da facilidade do elemento estendido Atividade Operacional.....	111
Tabela 15 - Resultados dos experimentos sobre a utilidade dos elementos estendidos..	113
Tabela 16. Resultados da associação dos elementos estendidos.	117
Tabela 17. Respostas dos participantes do teste.....	128
Tabela 18. Satisfação Geral.....	130
Tabela 19. Utilidade do sistema.	131
Tabela 20. Qualidade da informação.....	132
Tabela 21. Qualidade da interface.	133

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVO GERAL.....	16
1.2.1	<i>Objetivos específicos</i>	<i>16</i>
1.3	ORGANIZAÇÃO.....	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E TRABALHOS RELACIONADOS.....	18
2.1	GESTÃO DE PROCESSO DE NEGÓCIO	19
2.1.1	<i>O ciclo de vida BPM.....</i>	<i>20</i>
2.2	MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIO	22
2.2.1	<i>Business Process Modeling Notation (BPMN).....</i>	<i>23</i>
2.2.2	<i>Business Process Management Systems (BPMS).....</i>	<i>26</i>
2.3	MABUP	27
2.3.1	<i>Nível de Modelo Organizacional.....</i>	<i>30</i>
2.3.2	<i>Nível de Modelo Tecnológico</i>	<i>31</i>
2.3.3	<i>Nível de Modelo Operacional</i>	<i>32</i>
2.3.4	<i>Nível de Modelo de Serviços</i>	<i>32</i>
2.4	META MODELAGEM.....	33
2.4.1	<i>Model Driven Development (MDD).....</i>	<i>33</i>
2.4.2	<i>Linguagens específicas de domínio</i>	<i>35</i>
2.4.3	<i>Linguagem para Modelagem Específica de Domínio</i>	<i>35</i>
2.5	TECNOLOGIAS DE BPMS	36
2.5.1	<i>Activiti.....</i>	<i>37</i>
2.5.2	<i>Spring</i>	<i>39</i>
2.5.3	<i>Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados</i>	<i>39</i>
2.6	TRABALHOS RELACIONADOS.....	40
2.7	COMPARAÇÃO COM TRABALHOS RELACIONADOS	41
2.8	RESUMO DA SEÇÃO	43
3	MABUPTOOL.....	44
3.1	ARQUITETURA MABUPTOOL	45
3.2	ELEMENTOS MABUP E INTEGRAÇÃO COM A FERRAMENTA MABUPTOOL.....	46
3.3	MAPEAMENTO ESTRUTURAL	46
3.4	MODELO ORGANIZACIONAL	52
3.4.1	<i>Atividade Crítica</i>	<i>52</i>
3.4.2	<i>Exemplo de Modelo Organizacional e Atividade Crítica.....</i>	<i>54</i>
3.5	MODELO TECNOLÓGICO	55
3.5.1	<i>Atividade Monitorada.....</i>	<i>56</i>
3.5.2	<i>Exemplo de Modelo Tecnológico e Atividade Monitorada</i>	<i>57</i>
3.6	MODELO OPERACIONAL	61
3.6.1	<i>Ponto de Variação.....</i>	<i>61</i>
3.6.2	<i>Evento de Contexto.....</i>	<i>62</i>

3.6.3	<i>Atividade Operacional</i>	65
3.6.4	<i>Exemplo de Modelo Tecnológico e Atividade Monitorada</i>	68
3.7	INTEGRAÇÃO BPMN E NÍVEIS MABUP	70
3.8	MODELO DE SERVIÇOS E PROCESSO MABUBTOOL	71
3.9	OPERACIONALIZAÇÃO DOS MODELOS	71
3.10	RESUMO DA SEÇÃO	73
4	AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL	75
4.1	PERSPECTIVAS DE AVALIAÇÃO.....	76
4.2	AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL	76
4.3	DESENHO DO EXPERIMENTO PILOTO.....	77
4.3.1	<i>Hipótese</i>	79
4.3.2	<i>Condução do Experimento Piloto</i>	80
4.3.3	<i>Participantes</i>	81
4.3.4	<i>Resultados</i>	84
4.4	DISCUSSÃO DO EXPERIMENTO PILOTO.....	91
4.5	AMEAÇAS A VALIDADE	92
4.5.1	<i>Validade Interna</i>	93
4.5.2	<i>Validade de Conclusão</i>	93
4.5.3	<i>Validade de Construto</i>	93
4.5.4	<i>Validade Externa</i>	94
4.6	DESENHO DO EXPERIMENTO	94
4.6.1	<i>Hipótese</i>	96
4.6.2	<i>Condução do Experimento</i>	96
4.6.3	<i>Participantes</i>	97
4.6.4	<i>Resultados</i>	99
4.7	DISCUSSÃO DO EXPERIMENTO	119
4.7.1	<i>Validade Interna</i>	121
4.7.2	<i>Validade de Conclusão</i>	121
4.7.3	<i>Validade de Construto</i>	121
4.7.4	<i>Validade Externa</i>	121
4.8	RESUMO DA SEÇÃO	122
5	AVALIAÇÃO DE USABILIDADE.....	123
5.1	TESTE DE USABILIDADE.....	124
5.1.1	<i>Usuários</i>	125
5.1.2	<i>Ambiente</i>	125
5.1.3	<i>Atividades</i>	125
5.1.4	<i>Condução do teste e coleta dos dados</i>	125
5.1.5	<i>Resultados</i>	126
5.1.6	<i>Satisfação Geral</i>	129
5.1.7	<i>Utilidade do sistema</i>	131
5.1.8	<i>Qualidade da informação</i>	131
5.1.9	<i>Qualidade da interface</i>	132

5.2	RESUMO DA SEÇÃO	133
6	CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS	134
6.1	CONSIDERAÇÕES FINAIS	135
6.2	CONTRIBUIÇÕES.....	135
6.3	TRABALHOS FUTUROS	136
	REFERÊNCIAS	138
	APÊNDICE A CONFIGURAÇÃO DE BANCO DE DADOS POSTGRESQL - ACTIVITI.....	143
	APÊNDICE B EXPERIMENTO PILOTO - LEVANTAMENTO DO PERFIL DOS PARTICIPANTES	145
	APÊNDICE C ESTUDO DE CASO EXPERIMENTO PILOTO – GESTÃO DE SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES.....	148
	APÊNDICE D QUESTIONÁRIO PÓS EXPERIMENTO PILOTO (GRUPO DE EXPERIMENTO - UTILIZANDO ELEMENTOS ESTENDIDOS)	152
	APÊNDICE E QUESTIONÁRIO PÓS EXPERIMENTO PILOTO (GRUPO DE CONTROLE - SEM UTILIZAR ELEMENTOS ESTENDIDOS).....	157
	APÊNDICE F EXPERIMENTO - LEVANTAMENTO DO PERFIL DOS PARTICIPANTES	159
	APÊNDICE G ESTUDO DE CASO - ZNN.COM.....	162
	APÊNDICE I QUESTIONÁRIO PÓS EXPERIMENTO.....	166
	APÊNDICE J PSSUQ (THE POST-STUDY SYSTEM USABILITY QUESTIONNAIRE).....	175

SEÇÃO 1

Introdução

Esta seção apresenta-se uma visão geral do uso de modelagem e gestão autônoma de processos de negócios. Em seguida, é apresentado o problema a que este trabalho se propõe a resolver, bem como os objetivos para a realização deste estudo e, por último, a organização estrutural da dissertação.

1.1 Motivação e Justificativa

A evolução dos modelos de gestão, assim como da modelagem de processos de negócio, está ligada diretamente à capacidade tanto da comunidade acadêmica quanto da indústria de aprimorar a simulação do comportamento das empresas, seu mercado, bem como sua estrutura. Dentre as técnicas de modelagem de processos de negócio, uma das mais adotadas é a notação BPMN 2.0 (OMG, 2010a). Contudo o BPMN 2.0 tem algumas limitações relacionadas à construção de modelos, apesar da sua ampla adoção, sugerindo que os usuários finais não estão aptos a descrever fenômenos encontrados em situações reais (RECKER et al., 2006).

A tecnologia *Business Process Management System* (BPMS) (CRUZ, 2008) surgiu da necessidade de automação do fluxo de trabalho, que inclui o trabalho de modelagem de processos, que tem como objetivo de aumentar eficiência, diminuir de custo e tempo na execução das atividades inerentes ao processo comparado a métodos manuais surgiu a tecnologia *Business Process Management System* (BPMS) (CRUZ, 2008).

A expressividade de recursos de computação autônoma, tais como, variabilidade pelo uso de contextos e operacionalização de Requisitos Não Funcionais em modelagem de processo de negócio ainda é uma questão pouco explorada tanto pela comunidade acadêmica ou pelo mercado (OLIVEIRA et al., 2012).

Nesse contexto de automação de processos, uma abordagem multinível em modelagem de processos de negócio autônomos denominada MABUP, do inglês *Multi Level Autonomic Business Process* (OLIVEIRA et al., 2012), é uma opção para auxiliar no gerenciamento e automação de processos de negócios considerando aspectos relativos a variabilidade, compreensibilidade, escalabilidade e Requisitos Não Funcionais.

Embora os benefícios da abordagem MABUP incluam atingir mais expressividade e facilidade de compreensão em cenários autônomos (OLIVEIRA et

al., 2013), atualmente, a abordagem não possui uma ferramenta de apoio para gerar modelos autonômicos. Estes modelos capturam as atividades inerentes ao processo, expressam seus conceitos e auxiliam na aplicação da abordagem autonômica. A falta de uma ferramenta, que auxilie o usuário a realizar as etapas de modelagem e automação de processos dificulta sua adoção.

Nesta dissertação foi propomos a especificação e o desenvolvimento de uma ferramenta que integre os conceitos de BPMN 2.0 e MABUP. A ferramenta MABUPTool apoia a modelagem e execução dos processos autonômicos e facilita a compreensão dos conceitos de computação autonômica e gerenciamento de processos de negócio presentes da abordagem MABUP. Foi necessário desenvolver uma extensão conservativa, ou seja, sem modificar as regras já existentes no BPMN 2.0 para incorporar novos elementos com características autonômicas, adotados na abordagem MABUP, desta forma incluímos características autonômicas ao BPMN 2.0 que são necessárias para o uso e entendimento da abordagem MABUP.

1.2 Objetivo Geral

O principal objetivo deste estudo é o desenvolvimento de uma ferramenta que auxilie na modelagem de processos autonômicos e que potencialize a compreensão da abordagem MABUP apresentada em Oliveira (2015).

1.2.1 Objetivos específicos

- **Objetivo 1:** Investigar na literatura como Requisitos Não Funcionais, informações contextuais e modelos de processos de negócio são modelados e automatizados e como essas informações são modeladas na abordagem MABUP;
- **Objetivo 2:** Especificar o metamodelo para a ferramenta MABUPTool;
- **Objetivo 3:** Implementar a ferramenta para modelagem e configuração de processos de negócios autonômicos;
- **Objetivo 4:** Definir, planejar, executar e interpretar avaliações experimentais para analisar a ferramenta auxilia na modelagem de processos autonômicos e potencializa a compreensão da abordagem MABUP;

- **Objetivo 5:** Definir, planejar, executar e interpretar uma avaliação de usabilidade da ferramenta;

1.3 Organização

Além desta seção introdutório, esta dissertação está estruturada da seguinte forma:

- **Seção 2. Fundamentação teórica e trabalhos relacionados:** Apresenta o *background* necessário para melhor compreensão deste trabalho. Nesta seção, é descrita a abordagem MABUP, trabalhos relacionados, também são discutidos conceitos de metamodelagem e são apresentadas as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da ferramenta.
- **Seção 3. MABUPTool:** Descreve a ferramenta proposta, incluindo o metamodelo, exemplos de uso e as etapas de desenvolvimento.
- **Seção 4. Avaliação Experimental:** Apresenta as perspectivas de avaliação, os desenhos dos experimentos, a condução dos experimentos, ameaças a validade e resultados dos experimentos.
- **Seção 5. Avaliação de Usabilidade:** Apresenta o teste de usabilidade escolhido para ser feito, detalhes de usuários, ambientes e atividades realizadas na condução do teste. Por fim os resultados sendo eles classificados em: satisfação geral, utilidade do sistema, qualidade da informação e interface.
- **Seção 6. Conclusões e trabalhos futuros.** Essa seção apresenta as conclusões discutindo as contribuições e quais são os próximos passos da pesquisa.

\

SEÇÃO 2

Fundamentação teórica e trabalhos relacionados

Nesta Seção é apresenta-se uma breve descrição de alguns conceitos que são utilizados ao longo desta dissertação. Além disso, alguns trabalhos relevantes relacionados são discutidos, assim como metamodelagem e o framework Activiti (ACTIVITI, 2015).

2.1 Gestão de Processo de Negócio

Cada organização executa uma cadeia de eventos, atividades e decisões que agregam valor à organização e seus clientes. Estas cadeias de eventos, atividades e decisões são chamadas "processos de negócios" (DUMAS et al., 2013). Conforme definido por Davenport (1993), um processo de negócio é "um conjunto estruturado, medido de atividades destinadas a produzir uma saída específica para um cliente ou mercado em particular".

Hammer e Champy (2009) definem um processo de negócio como "um conjunto de atividades que recebe um ou mais tipos de entrada e cria uma saída que é de valor para o cliente". Outra característica fundamental de um processo de negócio é o da transformação da entrada na saída. Johansson et al. (1993) definem um processo de negócio como "um conjunto de atividades ligadas que levam uma entrada e transformá-lo para criar uma saída". Idealmente, a transformação que ocorre deve adicionar valor para a entrada e saída deve criar um valioso e eficaz para o destinatário.

As atividades de um processo de negócio podem ser realizadas por pessoas manualmente ou com o apoio de sistemas de informação, sendo concluídas sequencialmente ou em paralelo. Além disso, existem atividades, de um processo de negócio que podem ser automaticamente executadas pelos sistemas de informação, sem qualquer participação humana (WESKE, 2007).

O sucesso de uma organização depende em grande medida de quão bem seus processos de negócios são concebidos e executados (WESKE, 2007). Gerenciamento de processos de negócios (do inglês BPM - *Business Process Management*) é uma abordagem de gestão que se concentra em melhorar o desempenho organização, gerenciar e otimizar seus processos de negócio (DUMAS et al., 2013; PANAGACOS, 2012).

Em comparação com a abordagem de gestão focada em funções, a abordagem BPM permite que as organizações sejam mais eficazes e eficientes, sendo mais capazes de mudar (KOKAR; BACLAWSKI; ERACAR, 1999; WESKE, 2007). A disciplina

BPM combina o conhecimento de administração de negócios e tecnologia da informação e aplica isso em processos de negócios operacionais (WESKE, 2007).

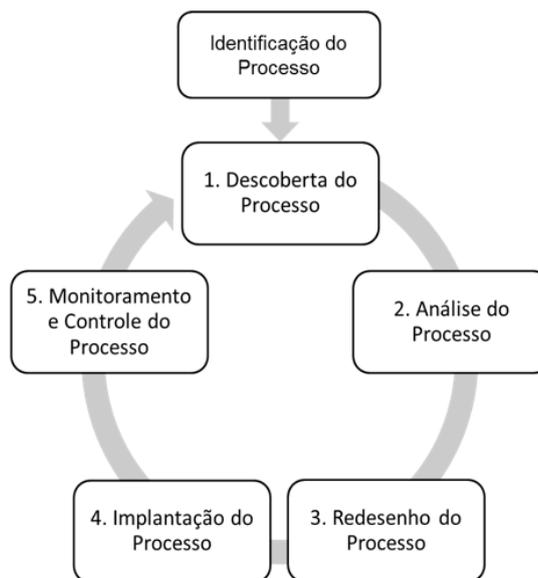
Do ponto de vista de administração de empresas estão aumentando a satisfação do cliente, reduzindo o custo de fazer negócios e criação de novos produtos e serviços a baixo custo. Por outro lado, a comunidade de ciência da computação está interessada em investigar as propriedades estruturais dos processos de negócio e no fornecimento de sistemas de software robustos e escaláveis (WESKE, 2007).

2.1.1 O ciclo de vida BPM

Existem vários pontos de vista do ciclo de vida do BPM (DUMAS et al., 2013; NETJES; REIJERS; VAN DER AALST, 2006; VAN DER AALST; TER HOFSTEDE; WESKE, 2003; WESKE, 2007). Alguns dos modelos de ciclo de vida de BPM como o proposto por (VAN DER AALST; TER HOFSTEDE; WESKE, 2003) estão fortemente associados com a automação de processos utilizando tecnologias BPM, porém segundo Jeston e Nelis (2014) o BPM pode ser implementado sem adoção qualquer tecnologia.

Nesta dissertação, nós adotamos a proposta de Dumas et al. (2013) (ver Figura 1), pois abrange ambos os aspectos de BPM. Segundo estes autores as atividades de gestão de processos de negócios (BPM) podem ser agrupadas em seis fases: Identificação, Detecção, Análise, Redesenho, Implementação e Monitoramento e Controle (DUMAS et al., 2013).

Figura 1. Ciclo BPM



Fonte: (DUMAS et al., 2013).

A primeira fase é a **Identificação** de processos. Ela inclui atividades relacionadas com a identificação dos processos relevantes para o problema de negócio a ser tratado. Também contempla a delimitação da utilização de BPMS nos processos. O resultado desta fase é uma arquitetura de processos que fornece uma visão holística dos processos de uma organização e como eles estão relacionados.

A segunda fase é a descoberta, ou **Detecção** dos processos. Uma vez que os processos e as medidas de desempenho são identificados, o próximo passo é entender esses processos de negócios em detalhe. Esta fase é também mencionada por "como-está" traduzindo para o inglês na forma literal ("as is"). Nesta fase, o estado atual de cada um dos processos relevantes é documentado sem que nenhuma alteração nos processos seja feita.

A terceira fase é **Análise** de processos. Essa fase inclui atividades relacionadas a identificação e documentação dos problemas definidos anteriormente como os mais relevantes. Assim, se possível os problemas identificados são quantificados utilizando medidas de desempenho.

A quarta fase é o **Redesenho** dos processos. Essa fase inclui atividades para identificação de possíveis mudanças no processo que ajudariam a resolver os problemas identificados durante a fase de análise. Caso sejam necessárias várias mudanças, estas são analisadas e comparadas com base nas metas de desempenho

definidas anteriormente. Em última análise, as melhores opções de mudanças são combinadas, levando a um processo redesenhado. A saída desta fase é geralmente um conjunto de “para-ser” modelos de processos de negócios (do inglês “to be”).

A quinta fase é a **Implementação** dos processos. Nesta fase, as alterações necessárias para migrar do processo “como-está” em que se encontra para o processo “para-ser” são implementadas. A implementação varia de gestão de mudança organizacional para automação de processos. Gestão de mudança organizacional inclui as atividades necessárias para mudar a maneira de trabalhar, ao passo que a automação de processos se refere ao desenvolvimento e implantação de sistemas de TI, como por exemplo BPMS, que suportam o processo “para-ser”.

A última fase é o processo de **Monitoramento e Controle**. Nesta fase, os dados relevantes relacionados com o processo implementado são coletados e analisados, podendo se utilizar de BPMS, para estabelecer quão bem o processo está realizando. Gargalos, erros recorrentes ou desvios em relação ao comportamento são identificados e ações corretivas são realizadas. Novas questões podem surgir depois, no mesmo ou em outros processos, que exigem o ciclo se repetirá em uma base contínua.

A modelagem de processos de negócios é um componente fundamental na implementação de BPM. Na próxima seção, serão apresentadas as abordagens de modelagem de negócio.

2.2 Modelagem de Processos de Negócio

A modelagem visa criar um modelo de processos por meio da construção de diagramas operacionais sobre seu comportamento, testando suas reações sob diversas condições, a fim de certificar que seu funcionamento atenderá aos requisitos estabelecidos (VALLE; OLIVEIRA, 2010). A atividade de representação de processos de uma empresa usando modelos de processo, é chamado de Modelagem de Processos de Negócio. Como visto na Figura 1 a modelagem de processos é essencial nas fases de descoberta de processos, análise, redesenho e implementação dentro BPM (DUMAS et al., 2013).

Na fase de Descoberta do processo, a modelagem de processo é aplicada para mapear o atual “como-está” dos processos de uma organização e para criar uma linha de

base para melhorias no processo. Na fase de Análise do processo, os modelos de processos produzidos durante a fase de Descoberta de processo são usados como uma tocha para lançar mais luz sobre o processo, com objetivo de expor as principais causas de problemas nos processos e descobrir soluções de possíveis problemas. Na fase de Redesenho, a modelagem de processo é aplicada para criar processos de futuros “para-ser” o que resolveria os problemas identificados no “como-está” modelos de processo. A Implementação pode ser feita através de um tipo especial de automação de processos que utiliza sistemas como sistemas de gerenciamento de processos de negócios (BPMs) explorando os modelos de processo para coordenar os processos de negócios.

Para auxiliar na atividade de modelagem de processos as linguagens de modelagens são utilizadas para a representação de processos com diagramas de fluxo do tipo que podem ser compreendidas tanto por especialistas de Tecnologia da Informação (TI) quanto especialistas de negócios. Esta linguagem de modelagem, também é mencionada como Linguagem de Modelagem Gráfica". Entre as linguagens de modelagem gráfica utilizadas podemos citar *Business Process Model Notation* (BPMN) (OMG, 2010a), *Unified Modeling Language* (UML) (OMG, 2010b) e redes de Petri (PETRI, 1962). Nesta seção apresentamos a linguagem recomendada por (DUMAS et al., 2013) para fazer a modelagem dos processos, a BPMN (OMG, 2010a).

2.2.1 Business Process Modeling Notation (BPMN)

O *Business Process Model and Notation* (em português Notação de Modelagem de Processos de Negócio) é uma notação para modelagem de processos de negócio que na sua primeira versão foi baseada na notação de fluxo de trabalho que é derivada de vários outros como diagrama de atividades UML (OMG, 2010b). Com isso, é possível representar graficamente, por meio de um diagrama, os objetivos funcionais da organização em conjunto com os recursos tecnológicos, ou seja, é possível o uso comum entre e especialistas de TI e negócio.

BPMN resultou do esforço dos fornecedores para padronizar notações de modelagem de processos (WHITE; MIERS, 2008). Dado sua ampla utilização, BPMN se tornou um padrão popular para modelagem de processos de negócio (DUMAS et al 2010). A linguagem foi desenvolvida pela BPMI (*Business Process Management Initiative*) e sua versão atual (2.0) é mantida pelo OMG (OMG, 2011).

BPMN descreve um conjunto de construções de linguagem. Objetos de Fluxo são os principais elementos gráficos que definem o comportamento dos processos de negócio. Estes são divididos em três tipos de objetos: eventos, atividades e desvios. Um evento é algo que "acontece" no andamento de um processo de negócio. Estes eventos podem afetar o fluxo do processo e, normalmente, podem ter uma causa (gatilho) ou um impacto (resultado). Existem três tipos de eventos, com base em quando eles afetam o fluxo: Início, Intermediário e Final.

Uma atividade é um termo genérico para o trabalho que a empresa realiza. Uma atividade pode ser atômica ou não atômica. Os tipos de atividades que fazem parte de um modelo de processo são: Processos, Sub-Processos e Tarefas.

Desvios são usados para controlar a convergência e divergência de um fluxo de sequência. Assim, determinar ramificações, bifurcações, fusão e união de caminhos. Indicadores internos indicam o tipo de comportamento.

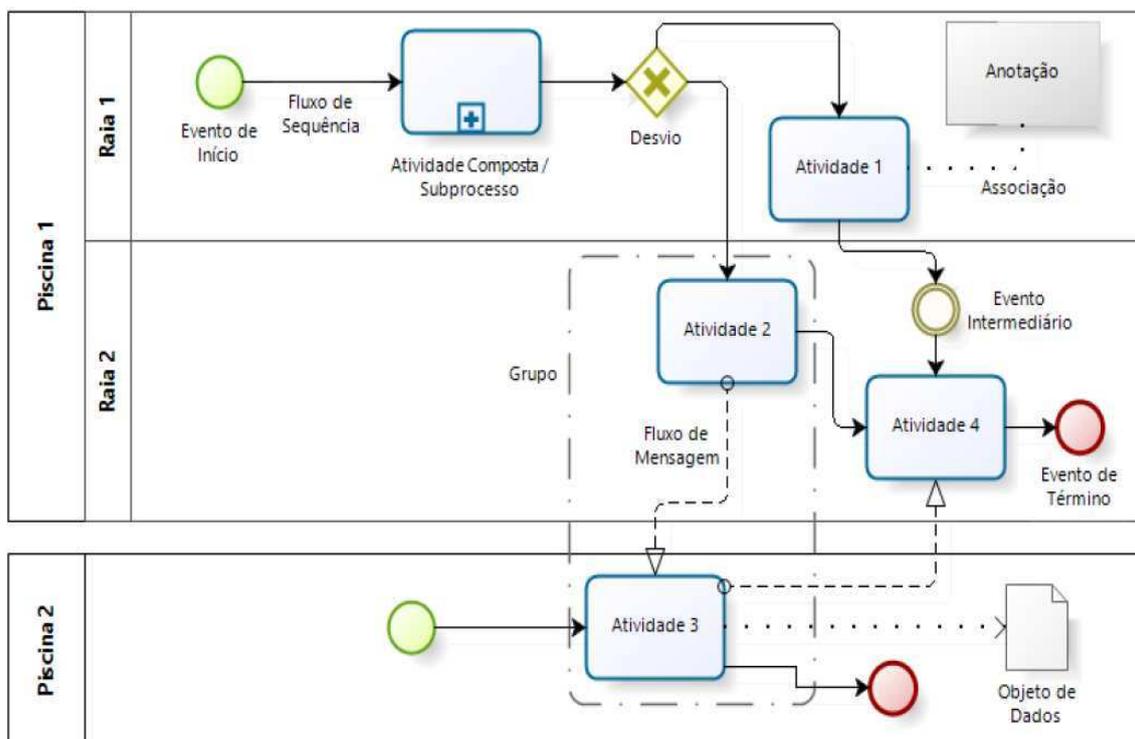
Existem três maneiras de se conectar os objetos de fluxo, que são: fluxo de sequência, fluxo de mensagens e associação. O fluxo de sequência é usado para indicar a ordem em que as atividades estão sendo realizadas em um processo, já o fluxo de mensagens é usado para mostrar o fluxo de mensagens entre dois participantes que estão preparados para receber e enviar mensagens. Enquanto a associação é usada para relacionar informações de objetos de fluxo. A seta indica a direção do fluxo de associação.

Swimlanes são entidades que realizam o agrupamento de elementos. Eles são usados para organizar um diagrama BPMN de acordo com o responsável pela execução de atividades. Há duas maneiras de agrupar os elementos de modelagem principal através de *swimlanes*: piscinas e raia. A Piscina representa um participante em um processo que pode também atuar como uma raia para particionar um conjunto de piscinas de outras atividades. Já a Raia é uma subdivisão dentro de uma piscina e vai ao longo de todo o comprimento da piscina, tanto verticalmente e horizontalmente. As raias são usadas para organizar e categorizar as atividades.

Os Artefatos representam as entradas e saídas das atividades de um processo. Estas são compostas de três categorias de elementos representativos. Os Dados de objeto são elementos necessários ou produzidos por atividades conectadas a eles através

de associações. Enquanto o Grupo é um elemento cuja finalidade é a documentação ou análise. As anotações são elementos usados para adicionar informações adicionais para os leitores do diagrama.

Figura 2. Elementos de BPMN representados em um de processo de negócio genérico.



Fonte: Adaptado de (SALLES, 2014).

A versão atual do BPMN (OMG, 2010a) inclui os seguintes diagramas: Diagrama de processo, Diagrama de colaboração, Diagrama de conversa e Diagrama de coreografia. Eles descrevem o processo em diferentes pontos de vista: o processo em si (Diagrama do processo) e o processo de comunicação de alto nível entre os participantes (Diagrama de conversa). Na orquestração da troca de informações entre os processos da organização e de outros agentes externos (Diagrama de coreografia). Já o Diagrama de conversa enfatiza os participantes do domínio do processo, especialmente na parte da comunicação:

BPMN foi elaborado para permitir extensões conservativas, ou seja, é possível incorporar novos Objetos de Fluxo ou Artefatos ao diagrama com objetivos específicos, tornando o diagrama mais compreensível ou adaptado para fins determinados (RECKER et al., 2006) sem que haja perda de funções originais da linguagem, portanto,

os atributos criados não interferem no uso dos atributos padrões de BPMN (STROPPI; CHIOTTI; VILLARREAL, 2011).

Depois de acrescentar atributos em um modelo de processo de negócio em BPMN, é mandatório definir quatro propriedades (OMG, 2010a). A *Extension* habilita a importação de outras três propriedades necessárias para o modelo. Já a *ExtensionDefinition* define o elemento ou atributo que deve sofrer modificação. Enquanto *ExtensionAttributeDefinition* nomeia o atributo que está sendo criado. Por fim *ExtensionAttributeValue* define o ou os valores do novo atributo.

A notação BPMN também permite estender o seu metamodelo, tornando assim possível a adicionar elementos e atributos (OMG, 2011). Essa possibilidade de modificação da linguagem foi usada no MABUPTool apresentado nesta dissertação.

Outra vantagem de BPMN é a possibilidade de mapear de forma automatizada um modelo elaborado para sistemas de gerenciamento de processos de negócios (VALLE; OLIVEIRA, 2010), tais como o Activiti (2015), este framework será apresentado na Subseção 2.5.1.

2.2.2 Business Process Management Systems (BPMS)

Para otimizar o trabalho de modelagem é preciso escolher uma das técnicas de representação de processos e selecionar uma ferramenta apropriada. Uma opção é adquirir uma ferramenta de gestão de processos para avançar com análise e simulação, criando um ambiente para automação de processos (VALLE; OLIVEIRA, 2010).

Uma das alternativas para implantar a automatização de processos é através do uso de BPMS que são ferramentas de tecnologia da informação com objetivo de possibilitar a implantação do motor BPM, integrando qualquer elemento que necessite interagir por meio da automatização dos processos de negócio (CRUZ, 2008).

De acordo com Chang (2005), BPMSs são uma nova classe de software que permitem as organizações criar soluções de tecnologia da informação centrada no processo, soluções capazes de integrar pessoas, sistemas e dados. Organizações que utilizam BPMS para realizar mudança de processos de negócios ganham mais capacidade para integrar pessoas e sistemas que participam em processos de negócios, bem como capacidade de simular os processos de negócios para projetar os processos mais ideais para a implementação e capacidade de monitorar, controlar e melhorar o

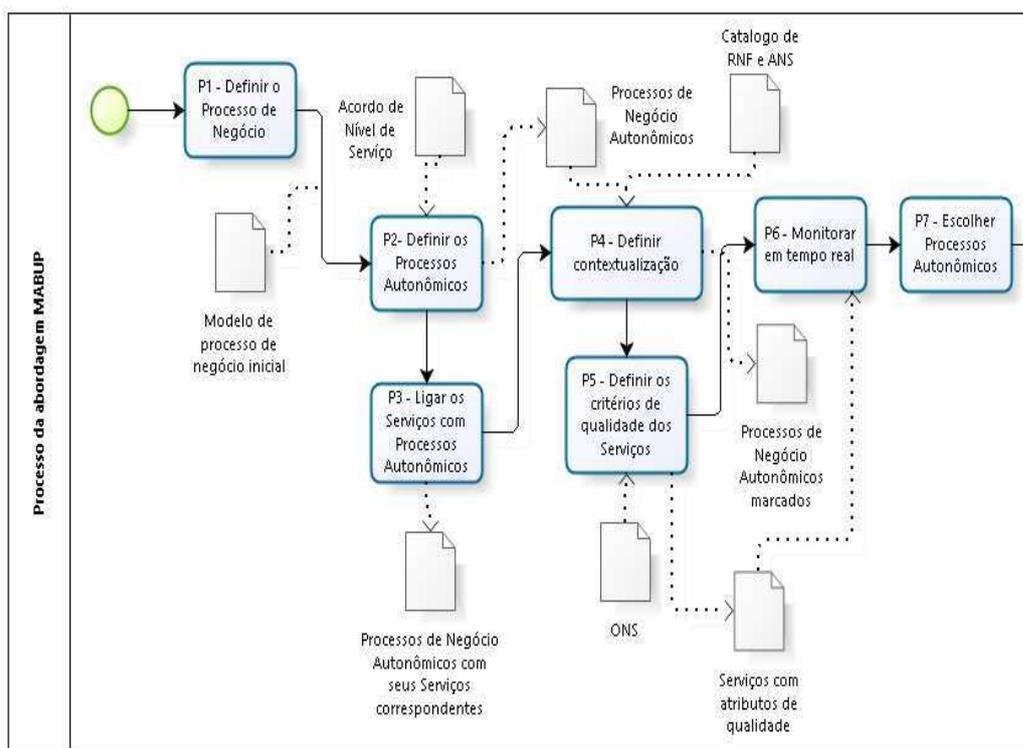
negócio processos em tempo real também permite mudar os processos de negócios existentes em tempo real sem um esforço de conversão do processo elaborado.

Existem vários BPMS com motores de BPM, tais como (BONITA, 2015), (BIZAGI, 2015) e (ORQUESTRA, 2015), mas os motivos que levaram a escolha do Activiti (ACTIVITI, 2015) no desenvolvimento desta dissertação foram a existência de uma licença de código aberto e guia de usuário de fácil acesso que ajudou no entendimento de suas configurações utilizadas para o desenvolvimento deste trabalho, para mais detalhes sobre o funcionamento do Activiti serão descritos na seção de Tecnologias (2.6). A seguir será apresentado os conceitos relativos a abordagem MABUP da qual a ferramenta desenvolvida nesta dissertação fornece apoio.

2.3 MABUP

MABUP é uma abordagem multinível para automatizar processos de negócio que através do uso de contexto e atributos de qualidade fornece orientação para a adaptação necessária em sistemas autônômicos. Com este fim, esta abordagem utiliza alguns conceitos como modularidade (REIJERS, 2008), Contextualização (LUIS et al., 2010) e atributos não funcionais para conduzir configuração (SANTOS et al., 2011).

Figura 3. Processo da abordagem MABUP



Fonte: Adaptado de (OLIVEIRA et al., 2012b)

A fim de ajudar a incorporação de definições de taxonomia autônomicas na gestão de modelos de processos de negócios na Figura 3 é apresentado o processo que enfatiza o uso de uma granularidade apropriada para instrumentar tanto o modelo de processo de negócio quanto seus sistemas correspondentes.

O processo consiste em sete passos, iniciando pelo passo P1 que define o Modelo de Processos de Negócio Organizacional através da definição de técnicas para fornecer um modelo de processo de negócio com um nível bem definido que poderia ser imune às mudanças tecnológicas. O objetivo é fornecer apenas o comportamento organizacional em um determinado nível de granularidade e identificar atividades de missão crítica. Como resultado, é obtido o modelo de processo de negócio inicial.

O passo P2 define Processos Autônomicos considerando o modelo inicial e o Acordo de Nível de Serviço (ANS), do inglês SLA (*Service Level Agreement*), como garantia para cada tarefa definida de forma autônoma. Ou seja, é necessário definir as tarefas que devem ser monitoradas e tratadas se ocorrer algum desvio. Este tratamento

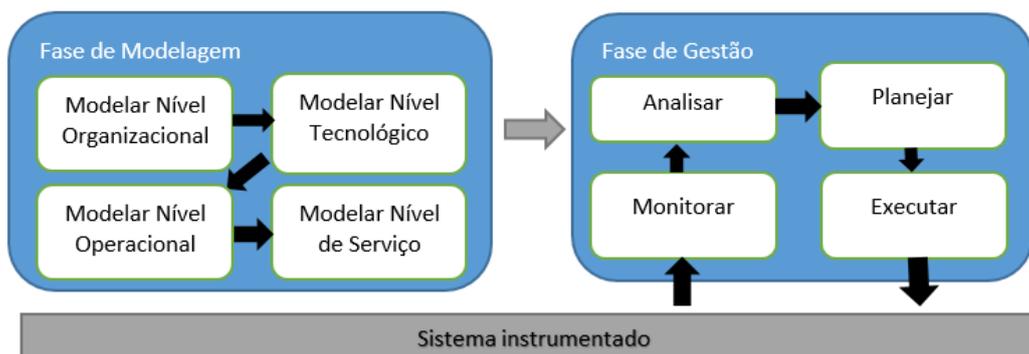
envolve tarefas operacionais que devem ser executadas nesse caso. Como resultado, obtemos o processo de negócios autônomo.

No passo P3 é implementada a ligação de serviços com processos autônomos uma vez que foram definidas as funções autônomas, esta etapa prevê a ligação entre essas tarefas e seus serviços correspondentes. O passo P4 define as métricas considerando ANS e catálogo RNF, também esta etapa prevê a identificação das informações (ex: contexto e RNF) que podem afetar os processos. Como resultado, obtemos processo de negócios autônomos. O passo P5 define os critérios de qualidade dos serviços considerando-se os serviços especificados, esta etapa prevê a sua instrumentação para fornecer um log com as informações RNF. Como resultado, obtêm-se os serviços com atributos de qualidade.

No passo P6, é implementado o monitoramento dos sistemas em tempo real considerando o processo de negócio autônomo e suas qualidades definidas, esta etapa prevê o acompanhamento contínuo do sistema baseado em indicadores para detectar estas distorções. Já o passo P7 define a escolha de processos autônomos de acordo com o que é monitorado. O analisador verifica se desvios ocorrem em caso de afirmativo o planejador escolhe as tarefas operacionais que devem ser executadas para retornar o sistema ao seu estado ideal.

A fase de modelagem do MABUP adota quatro níveis de granularidade que são mencionadas como Nível Organizacional, Nível Operacional, Nível Tecnológico e Nível de Serviço. Já o ciclo de gerenciamento se baseia no MAPE (do inglês *Monitor, Analyze, Plan, Execute*) que é uma implementação da técnica de controle de realimentação (KEPHART; WALSH, 2004).

Figura 4. Visão geral das fases de modelagem e gestão de MABUP.



Fonte: (OLIVEIRA et al., 2012)

Entretanto, os detalhes da extensão realizada no MAPE não serão descritos nessa dissertação, pois estes conceitos não foram utilizados na elaboração deste trabalho. A operacionalização de BPM usada neste trabalho foi a padrão do BPMS Activiti que também segue os conceitos de Dumas et al., (2013) adotados na dissertação.

Como observado na Figura 4, a fase de modelagem do MABUP adota quatro níveis de abstração para fornecer a separação de interesses no processo de negócio autônoma. Mais especificamente no Nível Organizacional define os processos de negócio autônomos, incluindo tarefas monitoradas no Nível Tecnológico e tarefas operacionais que deve ser executada se alguns desvios ocorrem no Nível Operacional. Por último, serviços disponíveis são definidos no nível de serviço.

2.3.1 Nível de Modelo Organizacional

Falhas em sistemas de objetivos críticos e complexos, tais como determinadas operações de controle de processos e de manufatura podem ser excepcionalmente caros para uma organização. MABUP argumenta que as atividades críticas para o negócio devem ser tratadas de forma autônoma pois geralmente tem um ANS envolvido.

MABUP introduz o conceito de atividade crítica que é um tipo especial de atividade fundamental para os objetivos organizacionais. Geralmente, os problemas que afetam as atividades críticas envolvem grave perda financeira, por esta razão, este nível deve ser modelado geralmente por analistas de negócios e deve ser refinado e tratado de forma autônoma para fornecer informações sobre o seu comportamento para gerenciar os problemas que podem afetar o ANS.

Neste sentido, é necessário definir o objeto a ser adaptado que envolvem a camada, artefato e granularidade. Por esta razão, um nível organizacional deve ter uma granularidade bem definido e apoia a modularização de processo de negócio autônomo. Técnicas de modularização neste nível orientam a expressão das atividades que são imunes às mudanças tecnológicas. (OLIVEIRA et al., 2012)

2.3.2 Nível de Modelo Tecnológico

Nível Tecnológico representa a decomposição de uma de atividade crítica para indicar como ela funciona considerando a empresara, o sistema, arquitetura, etc. Há aspectos importantes que podem afetar a adaptação de software, tais como apresentar alternativas diferentes para realizar uma atividade. Por exemplo, algumas atividades podem ser executadas de diferentes maneiras em uma empresa.

É importante identificar essas diferenças para analisar se exigem maneiras especiais a serem administradas. Por exemplo, uma atividade de “Fazer um pagamento” uma atividade crítica do Nível Organizacional pode ser feita de diferentes maneiras como fazer débito em conta, fatura ou pessoalmente, ou seja, tarefas candidatas ao Nível Tecnológico. Caso uma dessas atividades se torne indisponível, outra alternativa pode ser executada para garantir a operacionalidade do sistema até que todos os processos possam retornar a um estado ótimo (OLIVEIRA et al., 2012).

Outra atividade do Nível Tecnológico é indicar dependências externas importantes, deve ser expreso se elas podem levar a problemas de interoperabilidade. Nesse sentido, a interoperabilidade exige coordenação intervenção humana relacionada com os esforços para garantir o desempenho, escalabilidade, exatidão ou confiabilidade de aplicações na presença de simultaneidade e falhas (GANEK; CORBI, 2003). Além disso, quando um sistema se baseia em um serviço externo, é necessário algum tipo de ANS para garantir a qualidade do serviço. Por exemplo, “Fazer débito em conta” acessa um serviço de banco externo que deveria ter uma porcentagem mínima de disponibilidade.

Neste nível, MABUP introduz o conceito de “Tarefa Monitorada”, um tipo especial de tarefa que deve ser monitorado para garantir a capacidade autônoma, ex: Autoconfiguração, Auto Cura, Auto Otimização ou Auto Proteção. A escolha de uma tarefa monitorada, geralmente, considera o documento de ANS que é uma boa fonte de informações, pois apresenta os atributos de qualidade e seus respectivos valores que

devem ser assegurados. Por exemplo, “Fazer débito em conta” poderia garantir características de Auto Cura e Autoproteção.

2.3.3 Nível de Modelo Operacional

O Nível Operacional indica o conhecimento necessário para gerenciar o processo. Analistas de Negócios definem a contextualização da tarefa monitorada usando seus conhecimentos sobre o domínio do negócio para identificar as informações que podem afetar o processo e expressar o conhecimento operacional para gerenciá-lo. A informação é codificada em termos de Contextos, Variabilidade do Contexto e Tarefas Operacionais.

Considerando o ANS de uma Atividade Crítica, os analistas de negócios definem as tarefas que devem ser monitoradas para atender aos Requisitos Não-Funcionais acordados. Estes indicadores são analisados para verificar se oferecem suporte as tarefas que tem problemas ou desvios. Para expressar diferentes variações sobre desvios RNF, MABUP define o conceito de Ponto de Variação. Dado um ponto de variação que representa um desvio da RNF, é possível que existam variantes no modelo. O conceito de variante está diretamente relacionado à situação com um valor esperado de RNF e ambiente contextos envolvidos.

A Tarefa Operacional expressa ações autonômicas nos sistemas para assegurar o estado ideal do sistema e expressar um refinamento da parte autonômica de uma Tarefa Monitorada. De acordo com a variante que ocorreu durante a execução da tarefa monitorada, uma tarefa operacional deve ser disparada para ajustar o ambiente. As tarefas são associadas com contextos, que descreve, mas expressões que ativam a presença de uma variante no ponto de variação.

2.3.4 Nível de Modelo de Serviços

Tanto as tarefas monitoradas quando as operacionais devem ser ligadas a serviços do sistema. No caso um sistema de missão crítica baseadas em serviços, a adaptação é uma atividade com o objetivo de fornecer um serviço aceitável/garantido com base em ANS.

Um dos componentes-chave no ANS é ONS (Objetivo de Nível de Serviço) que especifica a qualidade de serviços e métricas que as regem. Cada ANS pode incluir vários ONSs, cada um correspondendo a um único parâmetro de qualidade.

No Nível de Serviço, os serviços relacionados com tarefas monitoradas são chamados serviços monitorados que devem ser verificados de acordo com os parâmetros apresentados no ONS. Considerando que os serviços ligados a tarefas operacionais são nomeados como serviços operacionais que têm o objetivo de retornar o sistema para um estado ideal de forma autônoma.

Nesta sessão foram apresentados os conceitos da abordagem MABUP, em seguida será apresentada na sessão de Meta Modelagem os conceitos necessários para entender o porquê do desenvolvimento da extensão da notação BPMN da aplicação na abordagem MABUP.

2.4 Meta Modelagem

Nos últimos anos, houve um aumento no interesse em linguagens de engenharia (KLEPPE, 2008), mais especificamente em linguagens de software para a concepção e criação de linguagens de programação. Devido a essa demanda, foi necessário criar métodos para o desenvolvimento das linguagens de programação. Portanto, surge o *Software Language Engineering* (SLE) como uma aplicação da metodologia sistemática, disciplinada e quantificável, no desenvolvimento, uso e manutenção das línguas software (BARIIC; AMARAL; GOULÃO, 2012).

A Object Management Group (OMG) definiu uma linguagem para a especificação de metamodelo denominada Meta Object Facility (MOF) (OMG, 2013). Esta linguagem oferece um framework para o gerenciamento de metadados e um conjunto de serviços de metadados para permitir o desenvolvimento e a interoperabilidade de modelos e sistemas que utilizam metadados. As tecnologias da OMG, incluindo UML, BPMN, MOF, XMI, dentre outras, usam MOF e tecnologias derivadas de MOF para a troca e manipulação de metadados (OMG, 2013).

A seguir revisaremos os conceitos de MDD, DSL e DSML.

2.4.1 Model Driven Development (MDD)

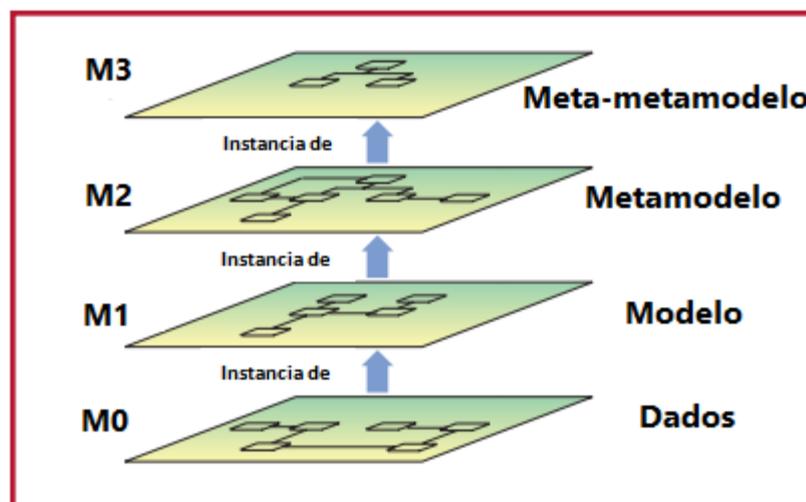
Desenvolvimento dirigido a modelo (do inglês *Model Driven Development*) é um paradigma onde os modelos são o principal artefato no processo de desenvolvimento (KELLY; TOLVANEN, 2008). Portanto, com MDD é possível separar o desenho de sistemas de sua implementação, uma vez que a representação pode ser realizada

independentemente os detalhes de implementação, tais como plataformas específicas ou de técnicas de programação (CLEMENTE et al., 2009; VÖLTER et al., 2013).

Esta abordagem tem vários modelos em diferentes camadas de abstração que são usados para descrever o sistema, o que eleva o nível de abstração e oculta a complexidade (KELLY; TOLVANEN, 2008). Estas camadas são escritas em idiomas específicos que podem ser transformados, por intérprete ou por um gerador de código, em código executável (VÖLTER et al., 2013). Alguns exemplos destas transformações são modelo para modelo (M2M) e modelo para texto (M2T).

Na Figura 5 apresenta-se uma infraestrutura em 4 camadas com uma hierarquia dividida por modelos. Todos os modelos (exceto o M3) são caracterizados como instâncias dos níveis acima.

Figura 5. Infraestrutura Tradicional MDD



Fonte: Adaptado de (ATKINSON; KÜHNE, 2003).

O nível M0, é responsável por definir os dados de usuário em que softwares são projetados para manipular. O nível M1 representa o próprio modelo, ou seja, é designado para manipular um modelo dos dados de usuário M0. O próximo nível, M2, é também mencionado como metamodelo por ser um modelo de modelo. M2 é um modelo que mantém informações do modelo M1. O nível M3 é um modelo de informações em M2, e por isso é chamado de meta-metamodelo (ATKINSON; KÜHNE, 2003). A meta-meta-modelagem é responsável por definir uma linguagem para a especificação de metamodelos.

Nesta dissertação, é proposto o desenvolvimento de um metamodelo (nível M2) para a ferramenta MABUPTool. Sendo possível assim, gerar os níveis M1 e M0. O metamodelo a ser desenvolvido, será construído utilizando tecnologias de BPMS, que são revisados na próxima seção (2.5).

2.4.2 Linguagens específicas de domínio

Linguagens específicas de domínio (do inglês, *Domain Specific Languages*) são linguagens projetadas especificamente para um domínio, com base em seus conceitos e características de línguas. Ao contrário de linguagens de propósito geral (do inglês *General Purpose Languages*), as DSLs concentram-se no domínio do problema e não na solução computacional, que os torna mais expressiva e fácil de usar (KLEPPE, 2008; VÖLTER et al., 2013). O uso de DSLs proporciona alguns benefícios quando comparando com GPLs. DSLs são mais expressivos, desde que as noções de domínio são usadas na solução, resultando em melhor compreensão pelos programadores e não programadores (MERNIK; HEERING; SLOANE, 2005; VAN DEURSEN; KLINT, 2002). Apesar de sacrificar alguma flexibilidade, DSLs são mais produtivas e confiáveis (CLEMENTE et al., 2009; VÖLTER et al., 2013), chegando ao mercado mais rapidamente, diminuindo o custo de manutenção e ter mais capacidade para otimização (VAN DEURSEN; KLINT, 2002).

De acordo com Völter et al., (2013), o desenvolvimento de uma DSL é um processo iterativo, que compreende quatro estágios: Análise de domínio, desenho, implementação e validação. A fase final consiste na validação de língua com usuários reais, para entender o nível de usabilidade. Apesar de às vezes ser negligenciada, ela é essencial, uma vez que, validando o idioma com usuários reais, é possível estabelecer as peças que requerem mais atenção aos detalhes e também, as melhorias que podem ser alcançadas na próxima iteração do processo de desenvolvimento (BARIIC; AMARAL; GOULÃO, 2012; HERMANS; PINZGER; VAN DEURSEN, 2009).

2.4.3 Linguagem para Modelagem Específica de Domínio

Uma Linguagem para Modelagem Específica de Domínio (do inglês, DSML - *Domain Specific Modeling Languages*) objetiva elevar o nível de abstração, especificando a solução em uma linguagem que usa diagramas para representar conceitos e regras de um domínio de problema específico. A ideia é modelar produtos de software utilizando DSML e gerar produtos finais em uma linguagem de programação escolhida ou em outras formas, como texto, modelo, código, a partir das

especificações de alto nível que foram definidas (LIAROU; GONCALVES; IDREOS, 2009).

A sintaxe abstrata descreve os conceitos da linguagem, as relações entre eles e as regras de estruturação que restringem a combinação de elementos do modelo de acordo com as regras de domínio. A partir do metamodelo, é construída a sintaxe concreta. Ela especifica como os conceitos de domínio incluídos no metamodelo são representados, e é geralmente definido por um mapeamento entre o metamodelo e uma notação textual ou gráfica (DIPIPO; WOLFE, 1997).

As DSMLS geralmente têm capacidade de descrever o domínio de forma adequada, uma vez que tanto a sintaxe e a semântica podem ser completamente definidas de acordo com o problema. Já o mecanismo de extensão de uma linguagem como foi o caso do desenvolvimento do MABUPTool sofre de algumas limitações no presente contexto devido a limitações do mecanismo de extensão, o Activiti e as suas capacidades em definir novos conceitos. Por exemplo, BPMN não fornece uma especificação da classe BPMN que se estende em particular. Em vez disso, cada classe sub da classe Base de elemento pode ter uma relação com alguma classe de extensão. Também vale ressaltar que a extensão da linguagem requer uma compreensão profunda de todos os conceitos de linguagem e uma consideração razoável de equivalências semântica, o que pode ser muito demorado. Entretanto uma extensão de linguagem beneficia a reutilização de geral conceitos, restrições e regras, tornando dispensável uma definição dedicada de, por exemplo, conceitos de lógica de processo básico.

Em relação ao apoio da ferramenta de modelagem aliado ao uso de extensão tem vantagens devido à divulgação de BPMN e da existência de interfaces, ferramentas e também o conhecimento. Na abordagem DSML, as interfaces correspondentes precisam ser implementadas separadamente (VÖLTER et al., 2013).

A seguir, serão explicados os conceitos das tecnologias utilizadas no desenvolvimento da ferramenta MABUPTool.

2.5 Tecnologias de BPMS

Esta seção é responsável por apresentar alguns conceitos e tecnologias que foram utilizadas para o desenvolvimento da ferramenta de modelagem proposta nesta dissertação. Para o desenvolvimento da ferramenta proposta, foi utilizado o Activiti que

é framework de BPM, que auxiliou na extensão de elementos do BPMN para inclusão de propriedades existentes no MABUP. Para persistência dos dados utilizou o framework Spring (JOHNSON et al., 2004) junto com um Sistema Gerenciador de Bancos de Dados (SGBD) que foi o Postgres (MOMJIAN, 2001).

2.5.1 Activiti

Activiti é um BPMS baseado na Web para a concepção, modelagem, execução, otimização e monitoramento de processos de negócio. Além disso, Activiti é um projeto código aberto, distribuído sob a licença Apache (LICENSE, 2008). Portanto, pode ser adaptado e personalizado para fins específicos. É devido a estas razões que Activiti foi escolhido como uma estrutura para implementar a ferramenta desenvolvida neste estudo. O Activiti é composto de vários componentes diferentes: *Activiti Engine* (Motor Activiti), *Activiti Modeler*, *Activiti Explorer*, *Activiti Designer* e *Activiti Rest* (RADEMAKERS, 2012).

- *Motor Activiti*: É o principal componente do quadro Activiti que executa as funções de mecanismo de processo. Ele fornece os principais recursos para executar o modelo de processo de negócio e processos de notação (BPMN) 2.0 e criar novas tarefas de fluxo de trabalho.
- *Activiti Modeler*: É um ambiente de modelagem web para criar diagramas de processos BPMN 2.0 compatível com negócios. Portanto, os processos de negócios podem ser compartilhados sem nenhum software cliente necessário antes de começar a modelagem. Entretanto a documentação do Activiti (GUIDE et al., 2015) não fornece detalhes suficientes para que extensões BPMN 2.0 sejam implementadas através do *Activiti Modeler*.
- *Activiti Designer*: O Activiti é um *plug-in* do Eclipse, que também permite a modelagem de processo de negócio modelado num processo BPMN 2.0. Neste *plug-in* é possível adicionar extensões ao BPMN 2.0 e esse foi o principal módulo utilizado nesse trabalho justamente para criar os elementos que estendem o BPMN 2.0 para a integração de conceitos com o MABUP. Também é possível importar processos BPMN 2.0 e criar artefatos de implantação que podem ser executados no motor Activiti.
- *Activiti Explorer*: É um aplicativo da web que pode ser usado para iniciar novas instâncias de processo e obter uma lista de tarefas atribuídas à algum usuário.

Além disso, é possível realizar tarefas de gerenciamento de processo simples, como a implantação de novos processos e recuperar o status de instância de processo.

- *Activiti Rest*: Um aplicativo da web que fornece uma interface REST no mecanismo do Activiti.

Activiti fornece uma solução BPM completa, começando com o *Activiti Designer* para modelar processos de negócios usando BPMN. A saída do modelo de processo de negócio gera um arquivo XML no ambiente *Activiti Designer*. Esse arquivo é implantado para o motor Activiti que funciona como a definição de processo. O motor Activiti executa etapas automatizadas, como chamar um serviço da web, bem como etapas manuais que envolvem pessoas e web formulários. (LALIWALA; MANSURI, 2014).

É possível estender funções do *Activiti Designer* que podem ser úteis nos casos em que a funcionalidade padrão não atender às suas necessidades. Neste caso é necessário de recursos adicionais ou ter requisitos de domínio específico na modelagem de processos de negócios. Extensão do *Activiti Designer* é feita através da paleta.

A fim de personalizar a paleta, é necessário criar um arquivo JAR que é adicionado a uma instalação específica do *Activiti Designer* (mais sobre como fazer isso no Guia do Usuário Activiti). Tal arquivo JAR é chamado de uma extensão. Ao escrever classes que estão incluídos na sua extensão, *Activiti Designer* entende que as personalizações que deseja fazer. Para que isso funcione, suas classes devem implementar certas interfaces.

Com o projeto devidamente configurado, é possível adicionar formas para a paleta. A classe deve implementar a interface *CustomServiceTask*, mas através da extensão da classe base *AbstractCustomServiceTask*. No momento essas classes ainda não são usadas pelo mecanismo de motor Activiti. Na extensão é necessário descrever as propriedades que podem ser definidas no *Activiti Designer* para cada forma. A partir dessas formas, é possível definir as características de tempo de execução que devem ser usados pelo motor quando uma instância de processo atinge o nó no processo. As características de execução podem usar qualquer uma das opções que oferece, suporte para Tarefas de Serviços Activiti.

A classe de uma forma é uma classe Java simples, ao qual é adicionada a uma série de anotações. No guia do usuário (GUIDE et al., 2015), é possível encontrar instruções sobre os padrões que ele fornece, e quando se deve substituir qualquer um dos métodos já implementados. Substituições permitem realizar atividades como o fornecimento de ícones para a paleta e a forma na tela (estes podem ser diferentes) e especificando a forma de base quer o nó ter (Atividade, Evento, Gateway).

Uma vez elaborado o modelo de processos de negócio no *Activiti Designer* e implantado no *Activiti Explorer* as informações meta do modelo de processo são extraídas e inseridas do banco de dados uma vez que o mesmo está devidamente configurado, em seguida apresenta os resultados com a interface de anotação que é prestado ao usuário para completar as tarefas dos modelos dos processos.

2.5.2 Spring

O motor Activiti contém várias bibliotecas. Cada biblioteca tem uma funcionalidade única. A seguir está uma explicação detalhada de cada camada motor Activiti. O motor Activiti tem uma camada da parte superior. Então, é possível tirar proveito do framework Spring (JOHNSON et al., 2004) dentro Activiti em si (LALIWALA; MANSURI, 2014). A segunda camada é o motor Activiti que contém componentes para a funcionalidade de núcleo do Activiti e a especificação BPMN 2.0. A terceira camada é o PVM (Processo de máquina Virtual), que é capaz de converter uma representação gráfica para o modelo de estado. Todas estas camadas são mostradas no diagrama a seguir.

Activiti é capaz de rodar em várias plataformas, incluindo a abordagem simples de Java que descrevemos até agora e em um contêiner de *servlet* ou servidor de aplicação como Apache Tomcat (BRITAIN; DARWIN, 2007). Para a configuração do *activiti-spring-version*, o arquivo JAR usado para implementar as extensões Activiti é necessário para configurar persistência utilizando o framework de Spring em Activiti.

Ao utilizar o Spring para executar o *Activiti Engine*, é possível usar a funcionalidade de injeção de dependência Spring e invocar uma Tarefa de Serviço no processo de BPMN.

2.5.3 Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados

O *Activiti Explorer* extrai a anotação do processo do banco de dados da anotação processo. Ele retorna valores de anotação padrão para um novo modelo de processo e

valores de anotação específicos para o modelo de processo existente. Em seguida define os elementos de anotação e possíveis valores de cada elemento que compõe o modelo de anotação.

Um serviço de anotação que executa em segundo plano extrai anotação do processo básico, incluindo o nome de processos de negócios, descrição do processo e a identificação (ID), que apontam para o endereço onde os dados são armazenados, que no caso da ferramenta proposta são Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados são baseados no modelo relacional e foi introduzido por (CODD, 1970). Este tipo de sistema é utilizado neste projeto para armazenar os dados estruturais e históricos, onde os dados estruturais são as características de um equipamento ou de um espaço, e o histórico é sobre detalhes relevantes, como nos processos de uma empresa.

Para gerenciar esta informação, foi escolhida uma plataforma PostgreSQL 9.3. PostgreSQL é um banco de dados de código-fonte aberto que é usado em aplicativos da web. Para efeitos desta dissertação, considerou-se que o uso de RDMS como Oracle ou MYSQL eram complexos para o objetivo. Portanto, aparece como uma alternativa viável, porque ele pode ser usado em várias plataformas e PostgreSQL suporta os comandos SQL (DATE; DARWEN, 1993) essenciais para armazenar e recuperar informações.

A seguir serão apresentados alguns trabalhos que se relacionaram com o escopo desta dissertação, seja por ter assuntos que envolvem RNF, extensões em BPMN ou ferramenta de apoio a metodologia.

2.6 Trabalhos relacionados

A seguir, apresentamos estudos que realizaram pesquisa na área de desenvolvimento de ferramentas de modelagem.

Em Pereira (2014) é proposta uma ferramenta, BVCCoN-Tool, baseada na abordagem BVCCoN (SANTOS et al., 2011), uma abordagem de configuração de processos. Esta abordagem possui como objetivo oferecer suporte à configuração de processos baseada em RNFs e informações contextuais. A ferramenta que apoia a modelagem dos Requisitos Não Funcionais, da variabilidade e das regras de contexto. Para construir a ferramenta, foi realizada a integração de três metamodelos, com

algumas alterações, sendo cada um referente a uma perspectiva da abordagem BVCCoN.

Em Souza (2011) é proposta uma ferramenta de modelagem de composição de serviços em BPMN (Business Process Modeling Notation) com anotações de requisitos não funcionais. A principal contribuição deste trabalho é o desenvolvimento de um ambiente, chamado Sec-MoSC Editor (Security for Model-oriented Service Composition Editor), onde processos de negócios com anotações de requisitos não funcionais são especificados. O Sec-MoSC Editor é também responsável por gerar um artefato com todas as anotações (serviços e aspectos não funcionais) utilizado como base para geração de código executável da composição.

Outro trabalho que propõe uma ferramenta de modelagem é o de Medeiros (2011) que trata da composição de serviços em BPMN (Business Process Modeling Notation) com anotações de segurança. A principal contribuição deste trabalho é o desenvolvimento de um ambiente, chamado SSC4Cloud Editor, onde processos de negócios com anotações de segurança e profiles de segurança podem ser criados, refinados e compartilhados com diferentes pessoas de diferentes organizações, permitindo a reutilização de conhecimento entre as várias partes envolvidas. O SSC4Cloud Editor é também responsável por gerar um artefato com todas as anotações (serviços e segurança) utilizado como base para geração de código executável da composição que é implantado em um ambiente de nuvem computacional.

2.7 Comparação com trabalhos relacionados

Na última sessão foram apresentados alguns trabalhos relacionados à modelagem de processos de negócios. Para apresentar uma comparação mais clara, a Tabela 1 resume a comparação entre os trabalhos relacionados e esta dissertação.

Tabela 1. Comparação entre os trabalhos relacionados.

	Suporte a Requisitos Não-Funcionais	Suporte a atividades de Contexto	Suporte a anotações de Segurança	Integração com BPMN 2.0	Execução de Serviços	Automação de processos
(PEREIRA, 2014)	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
(SOUZA, 2011)	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
(MEDEIROS, 2011)	Sim	Não	Sim	Sim	Não	Não
MABUPTool (proposto nesta dissertação)	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim

Fonte: (AUTOR, 2015).

Com isso, pode-se observar que apenas Souza (2011) e Medeiros (2011), representam requisitos de segurança no nível de modelagem, possibilitando que analistas de negócios consigam expressar a segurança da composição sem preocupação com a implementação desses requisitos. Embora (PEREIRA, 2014) tenha se preocupado com a modelagem de Requisitos Não-Funcionais, ele não especifica como esses requisitos serão transformados em configurações executáveis.

Embora os trabalhos Souza (2011) e Medeiros (2011) permitam a integração de sua ferramenta com elementos BPMN. Apenas MABUPTool tem mecanismos para configurações de execução e automação de serviços, embora não suporte anotação de requisitos de segurança especialmente, mas os requisitos de segurança podem ser tratados na abordagem MABUP em forma de Requisitos Não Funcionais.

Portanto, observa-se que existem trabalhos que provêm possibilidade de anotar Não Funcionais, atividades de Contexto, Requisitos de Segurança, porém nenhum desses trabalhos tem todas essas funcionalidades integradas com o BPMN 2.0. O MABUPTool provê um ambiente integrado, com todas essas funcionalidades, onde stakeholders podem trabalhar de forma colaborativa para modelar processos de negócio com Não Funcionais, atividades de Contexto integrar com os serviços que possam se

comunicar com a ferramenta e executá-los em um ambiente que garante a implementação dos requisitos acordados nos modelos elaborados nos níveis da abordagem MABUP.

2.8 Resumo da seção

Nesta seção, foi apresentada uma visão geral do uso de modelagem e gestão autônoma de processos de negócios. Relatamos o processo da abordagem MABUP e seus quatro Níveis: Organizacional, Tecnológico, Operacional e de Serviços. Discutimos trabalhos relacionados, apresentamos conceitos de metamodelagem, DSML e as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da ferramenta proposta e, por fim, relatamos alguns trabalhos que abordam o desenvolvimento de ferramentas.

SEÇÃO 3

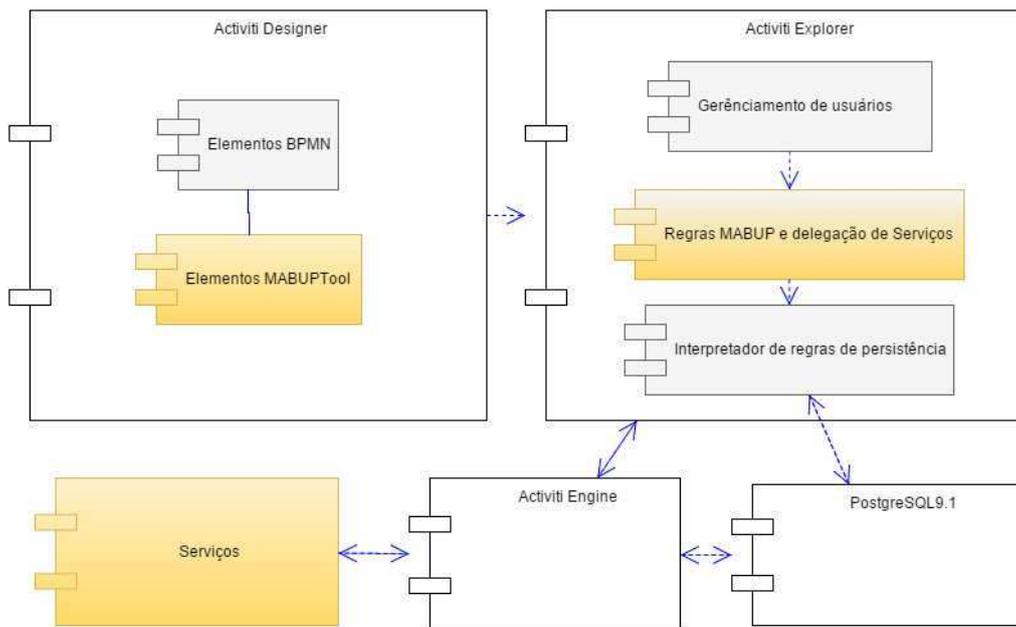
MABUPTool

Esta seção trata da ferramenta proposta, incluindo as etapas de desenvolvimento, criação do metamodelo, apresentação da arquitetura e de exemplos de uso para a ferramenta da abordagem MABUP. O metamodelo abrange os quatro níveis abordagem MABUP e este será exibido por meio da sintaxe abstrata e concreta da linguagem.

3.1 Arquitetura MABUPTool

A Figura 6 apresenta a arquitetura proposta para a automação de processos de negócios autonômicos. Para alcançar esse objetivo, o *framework* Activiti foi utilizado e diversos componentes seus foram estendidos. O *Activiti Designer* foi utilizado para a implementação de novos elementos BPMN, estes elementos foram então integrados aos já existentes no BPMN. Também indicamos onde estão os serviços que foram mapeados.

Figura 6. Arquitetura MABUPTool.



Fonte: (AUTOR, 2015).

O *Activiti Explorer* fornece uma interface gráfica de usuário que é utilizada para inserir os modelos gerados no *Activiti Designer*, bem como ativar as regras definidas nos elementos estendidos. Tais como suas regras de persistência, ele também faz a conexão com os serviços que foram mapeados no *Activiti Designer*. Embora de fato quem faz a chamada dos serviços seja o *Activiti Engine*, que considera o contexto dos processos que estão em produção. Na camada de dados do Activiti existe um banco de dados relacional, nós escolhemos o PostgreSQL 9.3, que armazenadas as definições de

processos de negócios em produção. Nas subseções a seguir descrevemos os componentes principais de interesse conforme mostrado na Figura 6.

3.2 Elementos MABUP e integração com a ferramenta MABUPTool

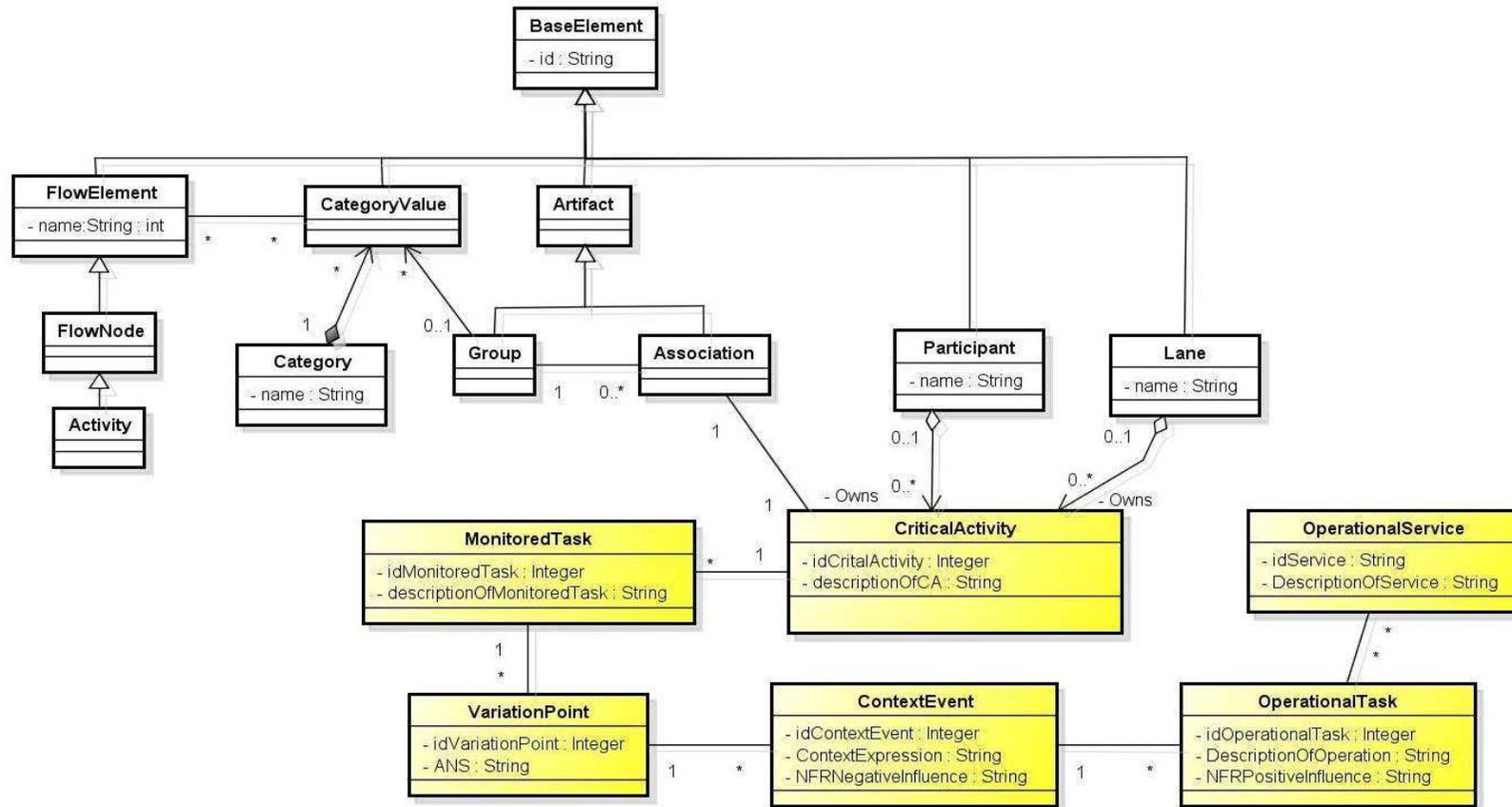
Inicialmente, foi necessário agrupar os conceitos relacionados a sistemas autônomicos considerados na abordagem MABUP. Assim, foram definidos os elementos por nível: (i) Nível Organizacional - elemento *Atividade Crítica*, que é um elemento utilizado para representar a criticidade para o negócio, ele deve ser refinado para fornecer informações sobre o seu comportamento, para indicar as subatividades que deverão ser monitoradas de acordo com características autônomicas. Foi mapeado como extensão de um sub-processo, por ter semântica similar. (ii) Nível Tecnológico - elemento *Tarefa Monitorada*, tipo especial de Tarefa que fornece a característica autônomicas necessária garante a satisfação dos dos que atributos de qualidade. (iii) Nível Operacional - elemento *Ponto de Variação*, tipo especial de gateway de evento com a semântica de indicar a variabilidade de desvio de um atributo de qualidade de acordo com um determinado contexto. Por sua vez o *Evento de Contexto*, tipo especial de evento onde são inseridas as expressões de contexto que caso sejam atendidas vão ser operacionalizadas. A operacionalização de uma ação autônomicas é feita através de uma *Tarefa Operacional*, tipo especial de tarefa que implementa as adaptações autônomicas no sistema afim de garantir os atributos de qualidades definidos na modelagem. Todos esses conceitos possuem propriedades distintas que serão explicadas nas seções seguintes, uma vez que na próxima seção será apresentado o mapeamento estrutural entre BPMN e MABUP e depois entre BPMN e Activiti.

3.3 Mapeamento Estrutural

A Figura 7 apresenta o metamodelo que relaciona os conceitos da abordagem MABUP aos elementos básicos de BPMN. Esse metamodelo, na forma de um diagrama de classes, foi elaborado com base na especificação da (OMG, 2010a) para a notação BPMN, sobretudo a partir dos seguintes diagramas: *Core BPMN Elements class diagram*, *Process class diagram*, *Artifacts metamodel*, *Group class diagram*, *FlowElement class diagram*, *Participant class diagram* e *Lane class diagram*.

Ademais, os elementos de BPMN estão representados na cor branca, enquanto as classes incorporadas ao metamodelo, que representam os elementos integrados ao BPMN na cor amarela.

Figura 7. Metamodelo MABUP e BPMN.



Fonte: (AUTOR, 2015).

De acordo com a Figura 7, uma atividade (classe **Activity**) é uma especialização de um **FlowNode**, que, por sua vez, é uma especialização de um **FlowElement**. Um grupo (classe **Group**) relaciona graficamente um conjunto de elementos de BPMN no diagrama de processos. Todavia, para o armazenamento interno do processo de negócio modelado, o agrupamento de elementos de BPMN é realizado pelo uso de categorias (classe **Category**). O nome dado a uma determinada categoria representa o nome que deve ser apresentado para o artefato grupo no diagrama de processos. Desse modo, a associação entre grupos e objetos de fluxo (classe **FlowElement**) que incluem atividades, é realizada, via relacionamento no metamodelo, pela combinação de **CategoryValues**.

Os **CategoryValues** representam os valores que uma determinada categoria ou grupo pode ter. Por exemplo, para uma categoria = "Subprocesso de aprovação de crédito", os possíveis valores **CategoryValue** poderiam ser [Atividades que manipulam dados confidenciais; Atividades que calculam regressão linear; Atividades que validam informações; Atividades com interação do cliente]. Um determinado **FlowElement** pode ser marcado com múltiplos valores **CategoryValue**, assim como um **CategoryValue** pode ser aplicado a diversos **FlowElements**. Como não há a necessidade de expansão de uma categoria em diversas **CategoryValues**, visto que as modeladas vão servir para domínio a relação entre **Group-CategoryValue** e/ou **Category-CategoryValue** é simplificada para a cardinalidade 1-1.

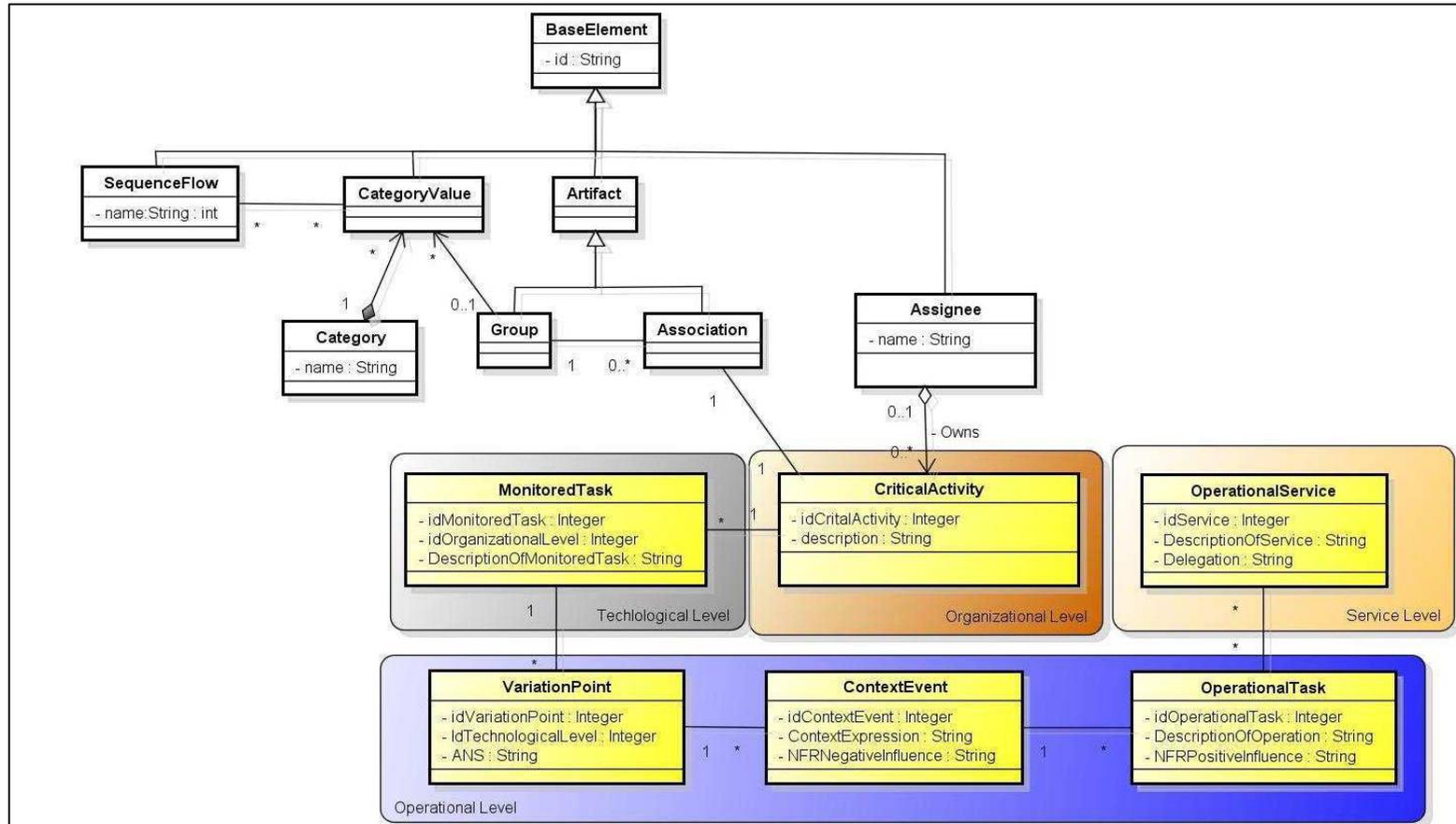
Participant corresponde, em tempo de representação, a uma piscina, que pode representar, por exemplo, uma organização envolvida no processo de negócio modelado; e cada **Lane** corresponde a uma raia de uma piscina, que pode representar, por exemplo, um departamento dentro da organização.

Na entidade **CriticalActivity**, estão os atributos básicos que devem compor sua estrutura interna. Os atributos **idCriticalActivity** e **descriptionOfCA** representam, respectivamente, o identificador de uma atividade crítica para a organização e sua descrição/ razão para tal. Esses atributos podem ser criados a partir de nomes de **Participants** (para organizações) e **Lanes** (para departamentos) que estejam representadas no diagrama de processos ou então a partir de nomes independentes, no caso se for uma atividade de sistema.

A entidade **MonitoredTask**, que representa a decomposição da atividade crítica, é composta pelos atributos apresentados na seção 3.5.1 na mesma ordem. É necessário especificar o contexto das Atividades Monitoradas, a começar por um Ponto de Variação, representado pela entidade **VariationPoint**, estando associado a um ou mais Eventos de Contexto definindo sua identificação, expressão de contexto e sua influência negativa em um requisito não funcional, atribuídas respectivamente nos atributos de **idContextEvent**, **ContextExpression** e **NFRNegativeInfluence**. Para cada Evento de Contexto podem ser necessários utilizar uma ou mais Atividades Operacionais, representados pela entidade **OperationalTask**, que por sua vez podem estar atrelados em um ou mais Serviços (classe **OperationalService**).

Todos os atributos apresentados na Figura 7 deveriam ser armazenados na ferramenta de modelagem usada, no caso na extensão do *Activiti Designer*, mas devido ao *Activiti Explorer* não considerar alguns elementos BPMN não obrigatórios, como Piscinas, Raias e Anotações outro metamodelo foi elaborado para representar a integração dos conceitos de MABUP com o Activiti que é representado na Figura 8.

Figura 8. Metamodelo MABUP, BPMN e Activiti.



Fonte: (AUTOR, 2015).

A diferença para o metamodelo da Figura 7 para o da Figura 8 além do destaque conceitual dos níveis da abordagem MABUP é que no Activiti os atributos não podem ser criados a partir de nomes de **Participants** (para organizações) e **Lanes** (para departamentos) e sim de responsáveis (*Assignee*) que são representadas no diagrama de processos ou então a partir de nomes independentes, no caso se for uma atividade de sistema.

3.4 Modelo Organizacional

MABUP utiliza o conceito de modularidade (REIJERS, 2008) para tratar os processos de negócio e define que as atividades críticas para o negócio, ou seja as atividades que são de sistemas de objetivos críticos e complexos, tais como determinadas operações de controle de processos e de manufatura que suas falhas podem ser caras para a organização devem ser tratadas de forma autônoma.

3.4.1 Atividade Crítica

Atividade Crítica é um elemento quando utilizado representa a criticidade para o negócio e deve ser refinado para fornecer informações sobre o seu comportamento para indicar as subatividades que deverão ser monitoradas de acordo com características autonômicas. Para entender o conceito de atividade neste nível, é importante ressaltar que as entidades representam coisas dentro da organização que são de interesse em um contexto de modelagem específica. Cada unidade de comportamento que uma entidade desempenha é captada como um papel.

Segundo o Activiti, para implementar qualquer extensão, é necessário estender a classe *AbstractCustomServiceTask* e configurar os seus parâmetros, que seguem padrões definidos em sua documentação. Inicialmente, a intenção era que o elemento Atividade Crítica fosse mapeado como uma extensão de um subprocesso, por ter semântica similar, mas o Activiti não suporta extensões do tipo subprocesso. A solução foi fazer o mapeamento como uma atividade, mas sua compilação, feita no motor Activiti é feita semelhante a compilação de um subprocesso.

Figura 9. Implementação do elemento Atividade Crítica.

```

1
2 package org.mabup.extensions;
3
4 import org.activiti.designer.integration.servicetask.AbstractCustomServiceTask;
5 import org.activiti.designer.integration.servicetask.PropertyType;
6 import org.activiti.designer.integration.servicetask.annotation.Help;
7 import org.activiti.designer.integration.servicetask.annotation.Property;
8 import org.activiti.designer.integration.servicetask.annotation.Runtime;
9 /**
10  * Implementation of Critical Activity.
11  *
12  * @author Bruno Figueiredo - bnf@cin.ufpe.br
13  */
14 @Runtime(javaDelegateClass = "com.critical.EchoJavaDelegate")
15 public class CriticalActivity extends AbstractCustomServiceTask {
16
17     @Property(type = PropertyType.TEXT, displayName = "Descrição da Atividade Crítica", required = true)
18     @Help(displayHelpShort = "Insira nesse descrição da Atividade Crítica", displayHelpLong = "")
19     private String critical;
20
21     @Override
22     public String contributeToPaletteDrawer() {
23         return "MABUP - Organizacional";
24     }
25
26     public String getName() {
27         return "Critical Activity";
28     }
29
30     public String getSmallIconPath() {
31         return "icons/excla.png";
32     }
33
34 }

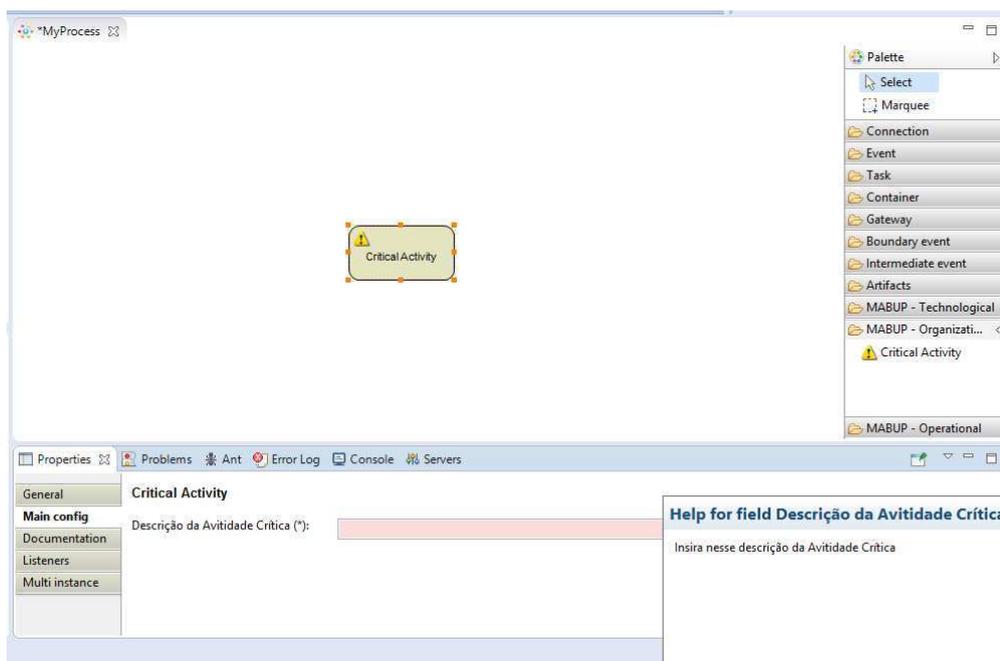
```

Fonte: (AUTOR, 2015).

O elemento Atividade Crítica é composto por duas propriedades: *IdCriticalActivity* e *description*. A primeira propriedade, o *IdCriticalActivity* não precisou necessariamente ser implementada pois o Activiti já suporta atribuição de identificadores para seus elementos.

A implementação da segunda propriedade *description*, apresentada na Figura 9, é a propriedade em que o usuário informa qual a atividade crítica do processo modelado que será monitorada automaticamente. Não foram definidas regras para a escrita desta atividade e por seu tipo foi definido como *String* para não limitar o usuário na definição do nome da variável, também foi adicionado um texto de ajuda curta informando do que se trata essa propriedade caso o usuário necessite.

Figura 10. Sintaxe concreta do elemento Atividade Crítica.



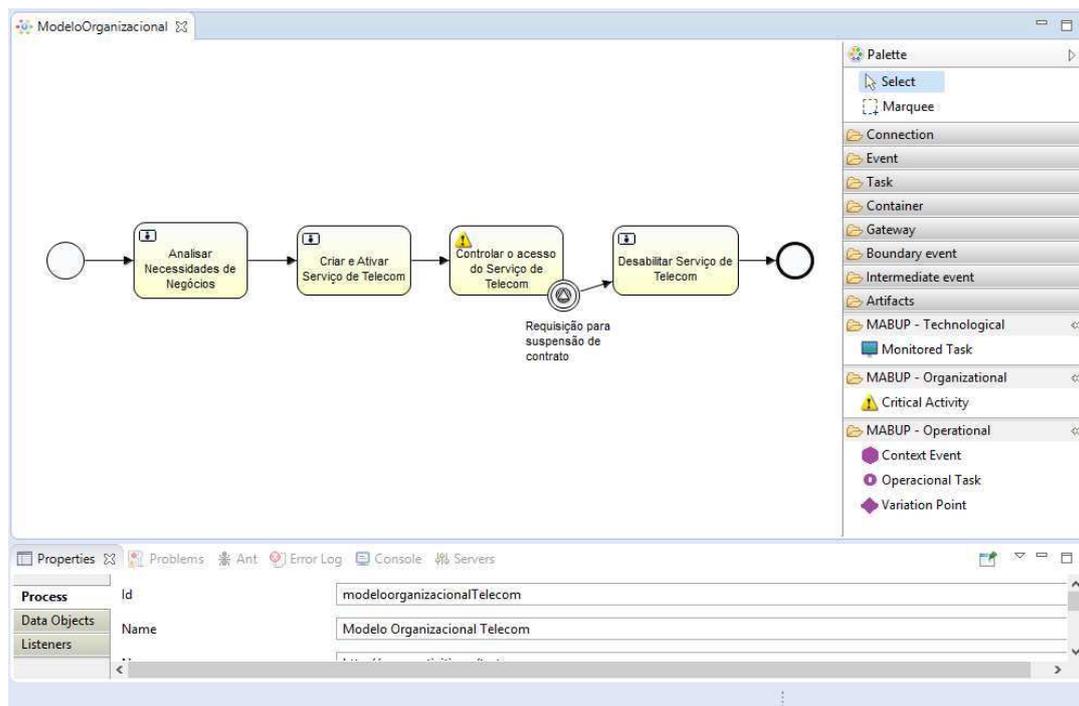
Fonte: (AUTOR, 2015).

As outras definições são relativas à definição do elemento Atividade Crítica como parte do Modelo Organizacional, definição da extensão do elemento como tipo Atividade, conforme explicado anteriormente e do ícone que é composto por um triângulo amarelo e uma exclamação que foi elaborado com o intuito de assimilar a criticidade desta atividade. Na Figura 10 é apresentada a sintaxe concreta do elemento Atividade Crítica.

3.4.2 Exemplo de Modelo Organizacional e Atividade Crítica

Tomando como exemplo o processo de gestão de serviços Telecom, que também está descrito por completo no Apêndice B, temos a empresa Telecom com objetivo de realizar a operação dos serviços de telecomunicações contratados por clientes corporativos para atender suas necessidades de negócios. O processo se inicia quando as necessidades de negócio são analisadas por um gerente de conta que as formaliza em um contrato de serviços de Telecom, que prevê um acordo de nível de serviço (ANS) e produz uma ordem de serviço (OS) a ser implementada.

Figura 11. Modelagem Organizacional do processo de Gestão de Serviço de Telecom.



Fonte: (AUTOR, 2015).

A área de provisionamento redes examina a OS e o ANS para criar o serviço de telecomunicação conforme especificado para o cliente, o ativa considerando as regras definidas e implementa serviços operacionais que são necessários para gerenciá-lo em seu ambiente operacional. Após a ativação do serviço de telecomunicações, os assinantes ficam aptos a usá-lo, para assim, a empresa de telecomunicações começar a controlar seu acesso até receber um pedido para suspender o contrato do serviço. A atividade que controla o acesso ao serviço de Telecom é fundamental para o sucesso do processo de gestão de serviços de Telecom. A falha dessa atividade pode causar uma perda financeira exponencial. Isto é, por ser uma Atividade a atividade de controle ao acesso de serviço de Telecom tem as características de uma Atividade Crítica, pois sua falha não pode ser tolerada, então ela deve ser refinada para fornecer informações, o que é feito no Modelo Tecnológico, que será apresentado na próxima seção.

3.5 Modelo Tecnológico

Nível Tecnológico representa a decomposição de uma Atividade Crítica, indicando como a atividade funciona considerando entidade empresarial, o sistema, arquitetura, etc. Há aspectos importantes que podem afetar a adaptação de software,

tais como apresentar alternativas diferentes para realizar uma atividade, por exemplo algumas atividades podem ser executadas de diferentes maneiras em uma empresa.

3.5.1 Atividade Monitorada

O elemento Tarefa Monitorada é uma extensão do tipo especial de Atividade que garante a característica autonômica necessária de garantida e seus atributos de qualidade. O elemento Tarefa Monitorada é composto por quatro propriedades: *IdMonitoredTask*, *IdOrganizacionalLevel*, *IdCriticalActivity* e *DescriptionOfMonitoredTask*.

A primeira propriedade *IdMonitoredTask* não precisou necessariamente ser implementada, pois o Activiti já suporta atribuição de identificadores para seus elementos. A segunda propriedade *IdOrganizacionalLevel* surgiu da necessidade de armazenar manualmente a ligação entre o diagrama do Nível Organizacional e do Nível Tecnológico. A segunda propriedade *IdCriticalActivity*, embora não esteja representada explicitamente no metamodelo estrutural da ferramenta, é implementado para fazer a ligação manualmente de qual Atividade Crítica este diagrama do Nível Tecnológico está sendo decomposto.

Figura 12. Implementação do elemento Atividade Monitorada.

```

17 public class MonitoredTask extends AbstractCustomServiceTask {
18
19     @Property(type = PropertyType.TEXT, displayName = "idOrg", required = true)
20     @Help(displayHelpShort = "Informe o id do diagrama Nível Organizacional")
21     private String idOrg;
22
23     @Property(type = PropertyType.TEXT, displayName = "idCA", required = true)
24     @Help(displayHelpShort = "Informe o id da Atividade Crítica")
25     private String idCA;
26
27     @Property(type = PropertyType.MULTILINE_TEXT, displayName = "Inserir descrição da Atividade Monitorada", required = true)
28     @Help(displayHelpShort = "Insira uma descrição detalhada da atividade monitorada")
29     private String desc;
30
31     @Override
32     public String contributeToPaletteDrawer() {
33         return "MABUP - Technological";
34     }
35
36     public String getName() {
37         return "Monitored Task";
38     }
39
40     public String getSmallIconPath() {
41         return "icons/monitor.png";
42     }
43 }
44

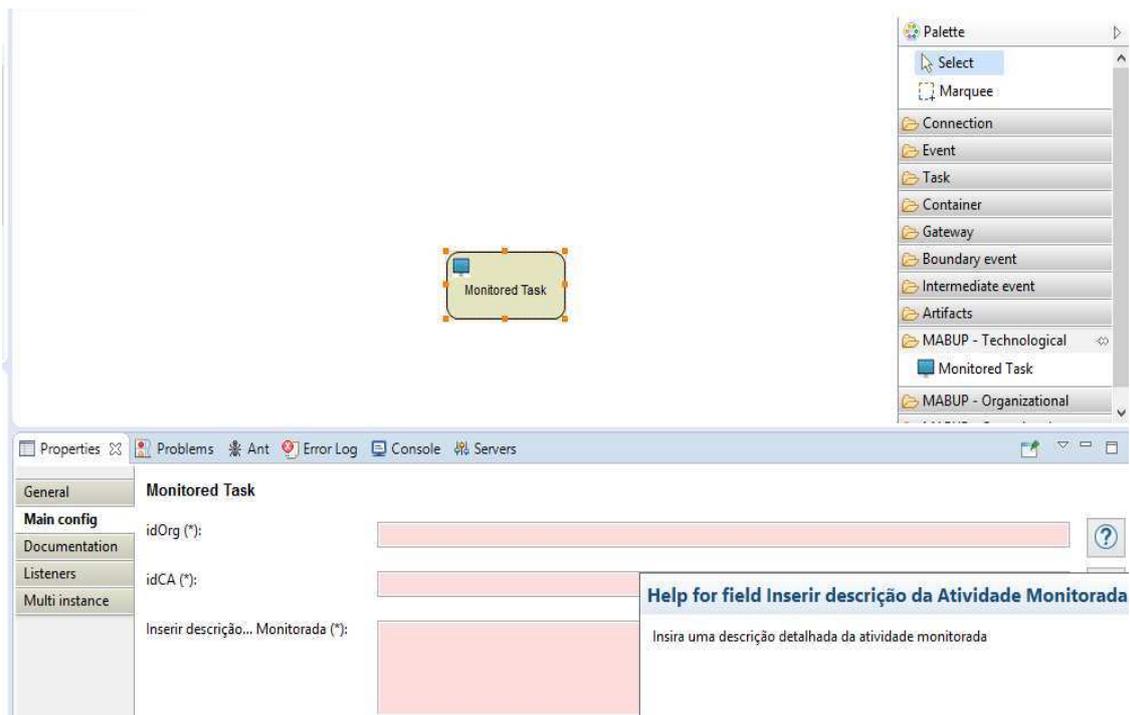
```

Fonte: (AUTOR, 2015).

Por último, foi implementado a propriedade *DescriptionOfMonitoredTask* onde o usuário informa a descrição da Atividade Monitorada do processo modelado, ou

seja, quais atividades vão precisar ser operacionalizadas caso alguma falha aconteça. Não foram definidas regras para a escrita desta atividade e por seu tipo foi definido como *String* para não limitar o usuário na definição do nome da propriedade. Além disso, também foi adicionado um texto de ajuda curta informando do que se trata essa propriedade caso o usuário necessite.

Figura 13. Sintaxe concreta do elemento Atividade Monitorada.



Fonte: (AUTOR, 2015).

As outras definições são relativas à definição do elemento Atividade Monitorada como parte do Modelo Tecnológico, definição da extensão do elemento como tipo Atividade e do ícone que é composto um computador com o monitor apresentando linhas de monitoramento de assimilar atividade e monitoramento como conceitos principais desta atividade. Na Figura 13 é apresentada a sintaxe concreta do elemento Atividade Monitorada.

3.5.2 Exemplo de Modelo Tecnológico e Atividade Monitorada

Continuando com o exemplo, o processo de gestão de serviços Telecom, que também está descrito por completo no Apêndice B, temos o refinamento da Atividade Monitorada em outro modelo, no Tecnológico. Assim, o controle do acesso é iniciado quando a área de redes recebe uma requisição de acesso serviço de Telecom que pode

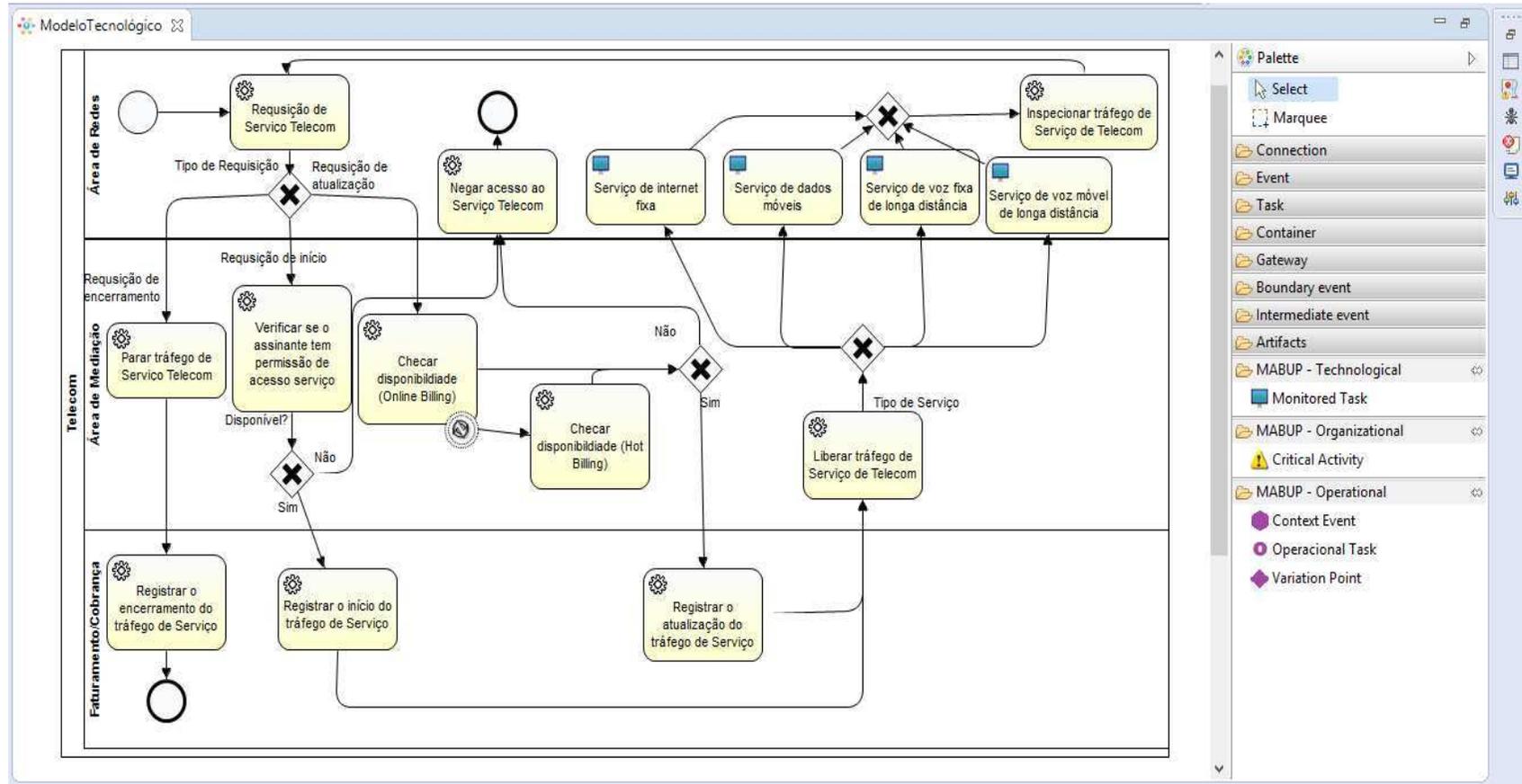
ser de início de acesso, de atualização do acesso ou de fim do acesso. A partir disto, a área de mediação pode realizar três ações diferentes:

- (i) Se a requisição é de início de acesso, verificar se o assinante tem permissão de acesso serviço requisitado. Se sim, a área de faturamento/cobrança começa a registrar o início do tráfego de dados, senão, a área de redes nega o serviço e finaliza processo;
- (ii) Se a requisição é de atualização, verificar se o assinante tem cotas de acesso para continuar serviço mediante faturamento on-line (rota padrão) ou um faturamento alternativo para permitir ou negar o acesso (Caso o faturamento on-line (*online billing*) falhe, o sistema pode realizar o faturamento alternativo (*hot billing*) até que o sistema se recupere da falha, este último método é mais caro e suscetível a problemas). Se a mediação permitir o acesso, a área de faturamento/cobrança a registra a atualização do acesso tráfego de dados, senão, a área de redes nega o serviço e finaliza processo.
- (iii) Se a requisição for de fim, encerrar o tráfego do serviço de telecom. Posteriormente, a área de área de faturamento/cobrança a registra o encerramento do tráfego e finaliza o processo.

Ao ter os registros de acesso realizados pela área de faturamento/cobrança, a área de mediação permite o tráfego do serviço. A área de rede, por sua vez, permite que um dentre os diferentes tipos de serviços disponíveis seja acessado a depender da requisição. Há quatro serviços previstos para serem permitidos: serviço de dados móveis, serviço de internet fixa, serviço de voz fixa de longa distância e serviço de voz móvel de longa distância. Quando a cota está sendo usada, o seu tráfego é inspecionado para solicitar a continuidade do acesso do serviço através do envio de uma nova requisição de acesso de atualização para uma nova taxação.

Os serviços previstos para serem permitidos devem ser monitorados para garantir a capacidade autonômica, ou seja, tem as características das Atividades Monitoradas. Sua automação será baseada em contextos que merecem ser decompostos. O MABUP prevê a modelagem desses contextos no Nível Operacional que será apresentado na próxima seção.

Figura 14. Modelagem Tecnológica do processo de Gestão de Serviço de Telecom utilizando a ferramenta Activiti com o elemento estendido Atividade Monitorada



Fonte: (AUTOR, 2015).

3.6 Modelo Operacional

O Nível Operacional indica o conhecimento necessário para gerenciar o processo. Analistas de Negócios definem a contextualização da tarefa monitorada usando seus conhecimentos sobre o domínio do negócio para identificar as informações que podem afetar o processo e expressar o conhecimento operacional para gerenciá-lo. Os principais conceitos para representar o Modelo Operacional são: Ponto de Variação, Evento de Contexto e Atividade Operacional.

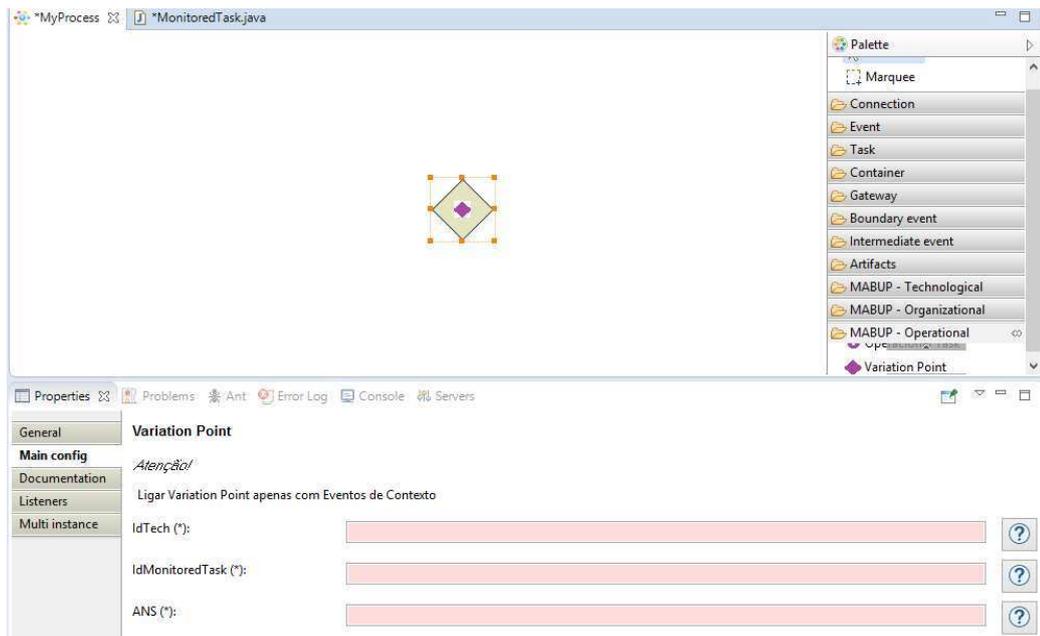
3.6.1 Ponto de Variação

O elemento Ponto de Variação, uma extensão do tipo gateway, é responsável por indicar a variabilidade de desvio de um atributo de qualidade de acordo com determinados contextos. Houve também o acréscimo de responsabilidade de atrelar um Acordo de Nível de Serviço à um ponto de variação, pois assim era possível implementação de várias operações para atender diferentes acordos para uma mesma Atividade Monitorada. O elemento Ponto de Variação é composto por três propriedades: *IdVariationPoint*, *IdTechnologicalLevel*, *IdMonitoredTask* e *ANS*.

A primeira propriedade *IdVariationPoint* não precisou necessariamente ser implementada, pois o *Activiti* já suporta atribuição de identificadores para seus elementos. A segunda propriedade *IdTechnologicalLevel* surgiu da necessidade de armazenar manualmente a ligação entre o diagrama do Nível Tecnológico e do Nível Operacional.

A terceira propriedade *IdMonitoredTask* foi implementado para fazer a ligação manualmente das Atividades Monitoradas modeladas no diagrama do Nível Tecnológico com o Ponto de Variação. Por último, temos a propriedade *ANS* onde o usuário informa qual o Acordo de Nível de Serviços que as Atividades Operacionais, descritas na seção 3.6.2, desse modelo vão suportar seu tipo foi definido como *String* para não limitar o usuário na definição do *ANS* e também foi adicionado um botão de ajuda informando do que se trata essa propriedade.

Figura 15. Sintaxe concreta do elemento Ponto de Variação.



Fonte: (AUTOR, 2015).

As outras definições são relativas à definição do elemento Ponto de Variação como parte do Modelo Operacional e definição da extensão do elemento como tipo Gateway, por semanticamente se assemelhar com um Gateway que na notação BPMN define direcionamentos de atividades baseados em decisões. Como não houve um estudo sobre qual ícone seria mais adequado para representar o Ponto de Variação. Ele foi representado com um losango, ou seja, um formato semelhante ao formato de um Gateway. Também foi implementado um alerta para os usuários para notificar que o uso do Ponto de Variação é seguido de um Evento de Contexto. Na Figura 15 é apresentada a sintaxe concreta do elemento Ponto de Variação.

3.6.2 Evento de Contexto

O elemento Evento de Contexto é uma extensão do tipo especial de evento onde são inseridas as expressões de contexto que caso sejam atendidas serão operacionalizadas. O elemento Evento de Contexto é composto por três propriedades: *IdVP*, *context_expression* e *NFRNegativeInfluence*.

A primeira propriedade, o *IdVP* surgiu da necessidade de armazenar manualmente a ligação entre o Ponto de Variação e o Evento de Contexto, uma vez que um Evento de Contexto necessita estar conectado em um Ponto de Variação, seu tipo foi definido como *String* para não limitar o usuário na definição do nome da

variável. Também foi adicionada uma ajuda curta informando do que se trata essa propriedade.

Figura 16. Implementação das propriedades do elemento Evento de Contexto.

```

21 @Help(displayHelpShort = "Atenção!", displayHelpLong = "Conectar apenas com Variation Point e/ou Operational Task")
22
23 public class ContextEvent extends AbstractCustomServiceTask {
24
25     @Property(type = PropertyType.TEXT, displayName = "IdVP", required = true)
26     @Help(displayHelpShort = "Informe o id do VariationPoint")
27     private String IdVP;
28
29     @Property(type = PropertyType.MULTILINE_TEXT, displayName = "Insira a expressão de contexto", required = true)
30     private String context_expression;
31
32     @Property(type = PropertyType.TEXT, displayName = "NRFNegativeInfluence", required = true)
33     @Help(displayHelpShort = "Informe qual ou quais Requisitos Não Funcionais terão influência NEGATIVA sob esse contexto,"
34           + " caso necessário mais de um RNF separar por ponto e vírgula")
35     private String NRFNegativeInfluence;
36
37     @Override
38     public String contributeToPaletteDrawer() {
39         return "MABUP - Operational";
40     }
41
42     @Override
43     public String getName() {
44         return "Context Event";
45     }
46
47     @Override
48     public String getSmallIconPath() {
49         return "icons/contextevent.png";
50     }
51
52     public DiagramBaseShape getDiagramBaseShape() {
53         return DiagramBaseShape.EVENT;
54     }

```

Fonte: (AUTOR, 2015).

A segunda propriedade, *context_expression* é a propriedade que armazena a expressão de contexto que será analisada quando o modelo for operacionalizado. Para a escrita da expressão de contexto é necessária que expressão de contexto seja escrita de forma de uma expressão booleana, ou seja, contenha variáveis e expressões. Para facilitar a persistência correta dos dados, é obrigatório escrever cada variável seguida do nome var. Por exemplo, caso seja necessária uma variável de tempo, escrever como *tempovar*. Seu tipo foi definido como *String* e também foi adicionado um botão de ajuda informando do que se trata essa propriedade. Na figura 17 estão apresentados os detalhes da configuração da persistência do Evento de Contexto.

Figura 17. Implementação da persistência do elemento Evento de Contexto.

```

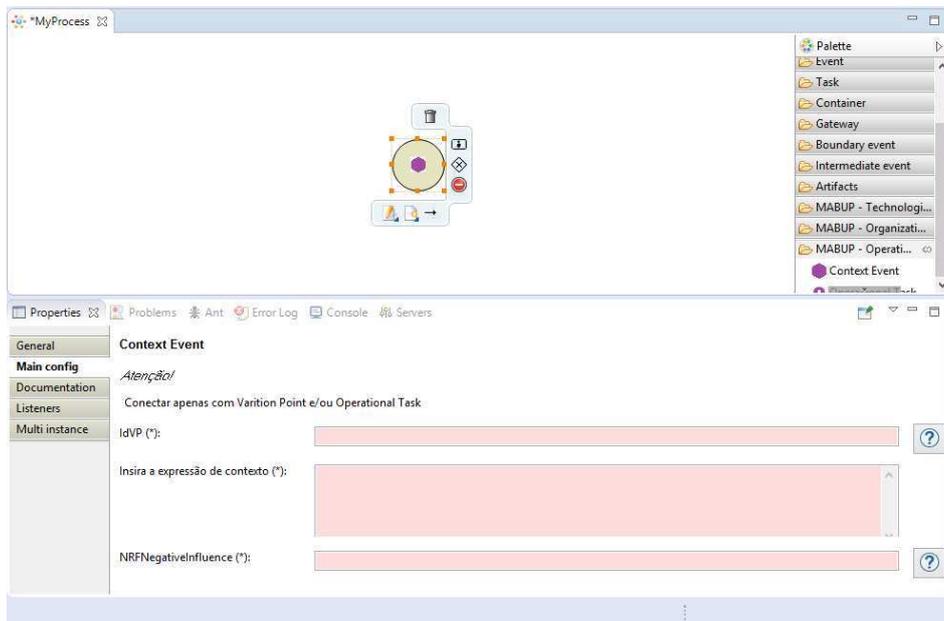
1 package com.context;
2
3 import org.activiti.engine.delegate.DelegateExecution;
4
5
6
7 public class ContextEventPersistence implements JavaDelegate {
8     private static final String ECHO_FORMAT = "%s: %s";
9     private Expression IdVP;
10    private Expression context_expression;
11    private Expression NRFNegativeInfluence;
12
13    @Override
14    public void execute(DelegateExecution execution) throws Exception {
15
16        System.out.println(String.format(ECHO_FORMAT, IdVP.getValue(execution), execution.getVariable("IdVP")));
17        System.out.println(String.format(ECHO_FORMAT, context_expression.getValue(execution), execution.getVariable("context_expression")));
18        System.out.println(String.format(ECHO_FORMAT, NRFNegativeInfluence.getValue(execution), execution.getVariable("NRFNegativeInfluence")));
19    }
20    public void setIdVP(Expression IdVP) {
21        this.IdVP = IdVP;
22    }
23    public void setcontext_expression(Expression context_expression) {
24        this.context_expression = context_expression;
25        //Criando um vetor baseado na STRING, separando todos os caracteres que possuem um "var." entre eles.
26        String[] a = context_expression.toString().split("var.");
27        int x[] = new int[a.length];
28        //Atribuindo valor as variáveis
29        for (int i = 0; i < a.length; i++) { int y = i; x[i] = y; } }
30    public void setNRFNegativeInfluence(Expression NRFNegativeInfluence) {
31        this.NRFNegativeInfluence = NRFNegativeInfluence;
32        //Criando um vetor baseado na STRING, separando todos os caracteres que possuem um ";" entre eles.
33        String[] a = NRFNegativeInfluence.toString().split(";");
34        int x[] = new int[a.length];
35        //Criação tabela dos requisitos
36        for (int i = 0; i < a.length; i++) { int y = i; x[i] = y; }
37        // Criando um vetor para decrementar valores dos NFRs
38        int[] f = new int[a.length];
39        for (int i = 1; i < a.length; i++) {
40            int y = i;

```

Fonte: (AUTOR, 2015).

A terceira propriedade, *NRFNegativeInfluence* é a propriedade que armazena o requisito que será impactado negativamente caso a expressão de contexto seja verdadeira. Operacionalmente, é criada uma tabela dos requisitos cadastrados e feito um ranking dos requisitos que estão sendo atendidos e sua posição, cada vez que expressão de contexto seja verdadeira os requisitos envolvidos terão sua pontuação decrementada. O ranking é necessário para equilibrar quais são os requisitos mais prioritários de acordo com a tarefa, esses requisitos são definidos de acordo com a ordem cadastrada no modelo. Seu tipo foi definido como *String* e é possível informar mais de um requisito, também foi adicionada uma ajuda curta informando do que se trata essa propriedade.

Figura 18. Sintaxe concreta do elemento Evento de Contexto.



Fonte: (AUTOR, 2015).

As outras definições são relativas à definição do elemento Evento de Contexto como parte do Modelo Operacional e definição da extensão do elemento como tipo Evento, a sua motivação se deve ao fato de não se tratar de uma atividade que é executada por algum sistema ou alguma pessoa, mas um evento que é disparado por uma condição, que no caso é a expressão de contexto. Em relação ao ícone não foi elaborado nenhum ícone na intenção de representar um contexto, pois durante o desenvolvimento do estudo não tinha sido identificada a necessidade de estudar a semiótica os elementos para melhorar a associação entre elemento e conceito. Portanto, foi desenhado um círculo repetindo o formado do diagrama que representa qualquer evento no Activiti. Na Figura 18 é apresentada a sintaxe concreta do elemento Evento de Contexto. E em seguida será explicado o próximo elemento presente no Modelo Operacional a Atividade Operacional.

3.6.3 Atividade Operacional

Atividade Operacional é uma extensão do tipo especial de Atividade que implementa as adaptações autonômicas no sistema afim de garantir os atributos de qualidades definidos na modelagem. O elemento Atividade Operacional é composto por quatro propriedades: *IdOperationalTask*, *IdContextEvent*, *NRFPositiveInfluence* e *DescriptionOfOperationalTask*.

A primeira propriedade *IdOperationalTask* não precisou necessariamente ser implementada, pois o Activiti já suporta atribuição de identificadores para seus elementos. A segunda propriedade *IdContextEvent*, embora não esteja representada explicitamente no metamodelo estrutural da ferramenta é implementado surgiu da necessidade de armazenar manualmente a ligação entre o Evento de Contexto e a Atividade Operacional.

Figura 19. Implementação do elemento Atividade Operacional.

```

12 * Implementation of Operational Task.
13 *
14 * @author Bruno Figueiredo - bnf@cin.ufpe.br
15 */
16
17 @Help(displayHelpShort = "Atenção!", displayHelpLong = "Ligar após um evento de contexto")
18 @Runtime(javaDelegateClass = "com.operational.EchoJavaDelegate")
19 public class OperationalTask extends AbstractCustomServiceTask {
20
21     @Property(type = PropertyType.TEXT, displayName = "IdCE", required = true)
22     @Help(displayHelpShort = "Informe o id do ContextEvent")
23     private String IdCE;
24
25     @Property(type = PropertyType.MULTILINE_TEXT, displayName = "Descrição das ações da operação", required = true)
26     @Help(displayHelpShort = "Insira uma descrição detalhada da atividade operação")
27     private String desc_ope;
28
29     @Property(type = PropertyType.TEXT, displayName = "NRFPositiveInfluence", required = true)
30     @Help(displayHelpShort = "Informe qual ou quais Requisitos Não Funcionais terão influência POSITIVA "
31           + "após a execução desta tarefa, se for mais de um NFR separar por ponto e vírgula")
32     private String NRFPositiveInfluence;
33
34     @Override
35     public String contributeToPaletteDrawer() {
36         return "MABUP - Operacional";
37     }
38
39     @Override
40     public String getName() {
41         return "Operational Task";
42     }
43
44     @Override
45     public String getSmallIconPath() {
46         return "icons/engre.png";
47     }
48 }
49

```

Fonte: (AUTOR, 2015).

A terceira propriedade, *NRFPositiveInfluence* é a propriedade que armazena o requisito que será impactado positivamente quando o elemento da Atividade Operacional for operacionalizado. Operacionalmente, é criada uma tabela dos requisitos cadastrados e feito um ranking dos requisitos que estão sendo atendidos e sua posição. O ranking é necessário para informar quais foram os requisitos afetados positivamente após a execução da Atividade Operacional. Da mesma forma como na Atividade de Contexto, esses requisitos são definidos de acordo com a ordem cadastrada no modelo. Cada vez que Atividade Operacional é acionada os requisitos envolvidos terão sua pontuação acrescida, retomando assim o estado ideal do sistema. Seu tipo foi definido como *String* e é possível informar mais de um requisito, também foi adicionada uma ajuda curta informando do que se trata essa propriedade.

Figura 20. Implementação da persistência do elemento Atividade Operacional.

```

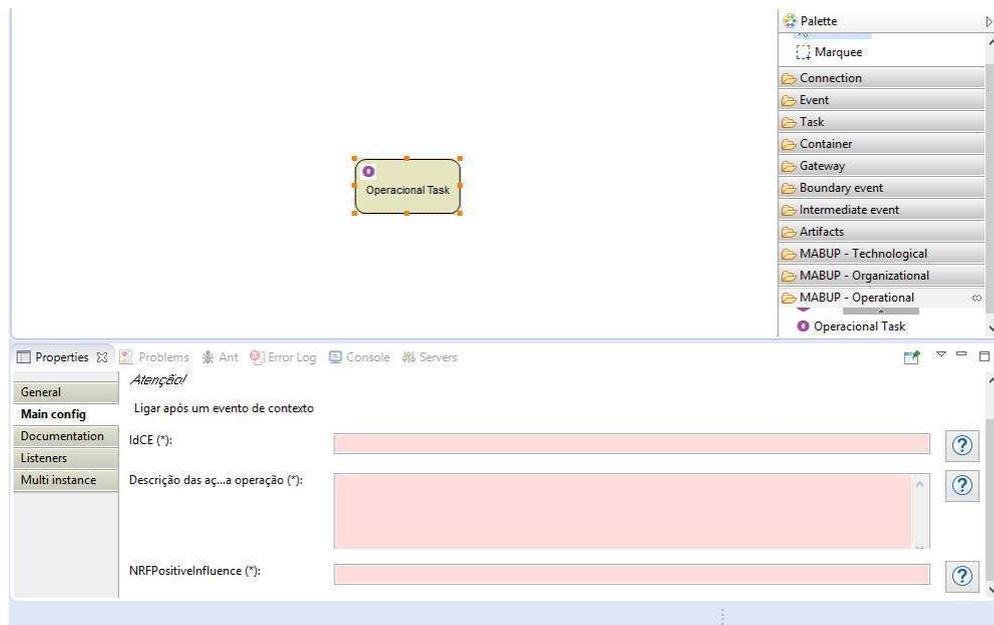
7 public class OperationalTaskPersistence implements JavaDelegate {
8
9     private static final String ECHO_FORMAT = "%s: %s";
10
11     private Expression IdCE;
12     private Expression DescriptionOfOperationalTask ;
13     private Expression NRFPositiveInfluence;
14
15     @Override
16     public void execute(DelegateExecution execution) throws Exception {
17
18         System.out.println(String.format(ECHO_FORMAT, IdCE.getValue(execution), execution.getVariable("IdCE")));
19         System.out.println(String.format(ECHO_FORMAT, DescriptionOfOperationalTask.getValue(execution), execution.getVariable("DescriptionOfOperationalTask")));
20         System.out.println(String.format(ECHO_FORMAT, NRFPositiveInfluence.getValue(execution), execution.getVariable("NRFPositiveInfluence")));
21     }
22     public void setIdCE(Expression IdCE) {
23         this.IdCE = IdCE;
24     }
25     public void setDescriptionOfOperationalTask (Expression DescriptionOfOperationalTask ) {
26         this.DescriptionOfOperationalTask = DescriptionOfOperationalTask ;
27         //Criando um vetor baseado na STRING, separando todos os caracteres que possuem um "var" entre eles.
28         String[] a = DescriptionOfOperationalTask.toString().split("var");
29         int x[] = new int[a.length];
30         //Atribuindo valor as variáveis
31         for (int i = 0; i < a.length; i++) { int y = i; x[i] = y; }
32     }
33     public void setNRFPositiveInfluence(Expression NRFPositiveInfluence) {
34         this.NRFPositiveInfluence = NRFPositiveInfluence;
35         //Criando um vetor baseado na STRING, separando todos os caracteres que possuem um ";" entre eles.
36         String[] a = NRFPositiveInfluence.toString().split(";");
37         int x[] = new int[a.length];
38         //criação tabela dos requisitos
39         for (int i = 0; i < a.length; i++) { int y = i; x[i] = y; }
40         // Criando um vetor para incrementar valores dos NRFs
41         int[] f = new int[a.length];
42         for (int i = 1; i < a.length; i++) {
43             int y = i;
44             x[i] = y;
45             f[i] = (x[i] + 1);
46             x[i] = f[i];}
47     }
48 }

```

Fonte: (AUTOR, 2015).

Por último, foi implementado a propriedade *DescriptionOfOperationalTask* onde o usuário informa a descrição da Atividade Operacional do processo modelado, ou seja, quais atividades vão precisar ser operacionalizadas de acordo com o Evento de Contexto definido. Para a escrita da expressão de contexto é necessário escrever semelhante a uma expressão booleana, ou seja, contenha variáveis e expressões. Na Atividade Operacional as definições das variáveis vão ajudar a reestabelecer o sistema. Para facilitar a persistência correta dos dados, é obrigatório escrever cada variável seguida do nome var, por exemplo, caso seja necessária uma variável de tempo, escrever como *tempovar*. Seu tipo foi definido como *String* para não limitar o usuário na definição da expressão, também foi adicionada um botão de ajuda informando do que se trata essa propriedade.

Figura 21. Sintaxe concreta do elemento Atividade Operacional.



Fonte: (AUTOR, 2015).

As outras definições são relativas à definição do elemento Evento de Contexto como parte do Modelo Operacional e definição da extensão do elemento como tipo Evento, que foi motivada pelo fato de não se tratar de uma atividade que é executada por algum sistema ou alguma pessoa, mas um evento que é disparado por uma condição, que no caso é a expressão de contexto. Em relação ao ícone não foi elaborado nenhum ícone na intenção de representar uma atividade operacional, pois durante o desenvolvimento do estudo não tinha sido identificada a necessidade de estudar a semiótica os elementos para melhorar a associação entre elemento e conceito. Foi desenhado um círculo repetindo o formato do diagrama que representa qualquer evento no Activiti. Na Figura 21 é apresentada a sintaxe concreta do elemento Evento de Contexto.

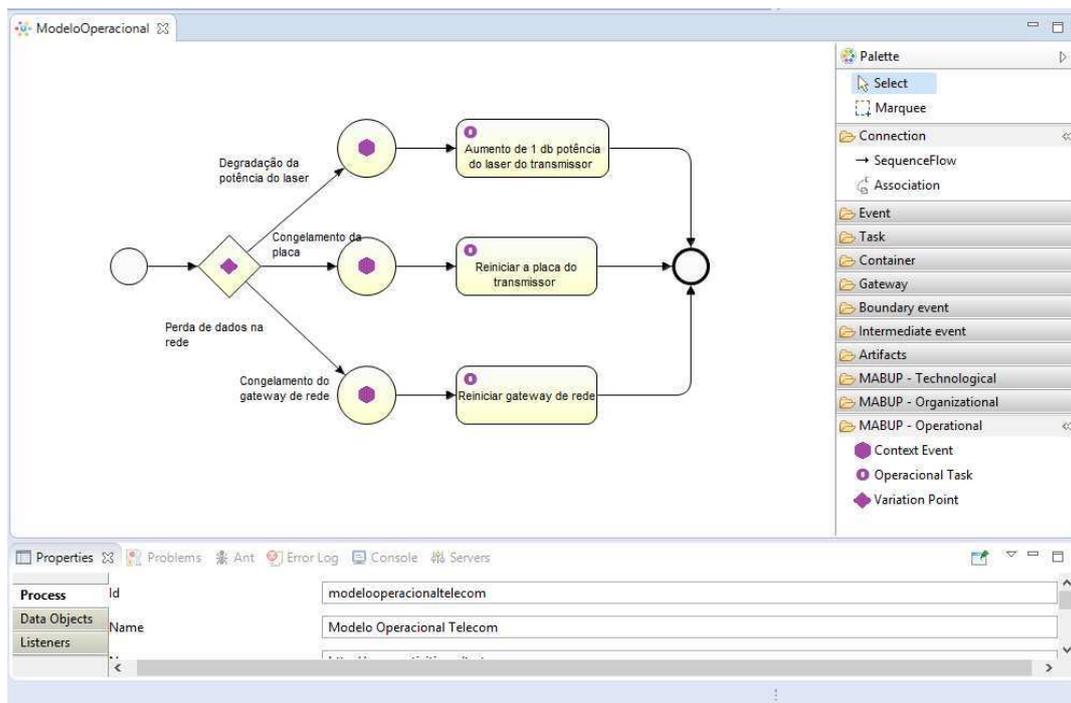
3.6.4 Exemplo de Modelo Tecnológico e Atividade Monitorada

Continuando com o exemplo o processo de gestão de serviços Telecom, que também está descrito por completo no Apêndice B, temos o refinamento da Nível Operacional, começando pela exigência regida no contrato do cliente que os serviços de Telecom não podem ter falhas, especificamente não devem haver perdas de dados trafegando na rede.

A fim de tratar desvios no atributo perda de dados que está relacionado com o Requisito Não Funcional de performance, pode-se acionar três ações diferentes a depender do contexto:

- (i) Aumento de 1 db potência do laser do transmissor (caso a perda de pacote esteja menor que 1%, se verifique aumento esperado na taxa de perda nos últimos três ciclos de monitoramento e potência do receptor foi modificada);
- (ii) Reiniciar a placa do transmissor (caso a perda de pacote seja menor que 1%, se verifique aumento esperado na taxa de perda nos últimos três ciclos de monitoramento e potência do receptor NÃO foi modificada); e
- (iii) Reiniciar gateway de rede (caso a perda de pacote seja maior que 1%, o tempo de resposta seja maior que 110 ms, se verifique aumento esperado na taxa de perda nos últimos três ciclos de monitoramento).

Figura 22. Modelagem do Nível Operacional do processo de Gestão de Serviço de Telecom.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Conforme apresentado na Figura 22, o Modelo Operacional utilizando a ferramenta Activiti com os elementos estendidos: Ponto de Variação, Evento de Contexto e Atividade Operacional, explorando entre outras a tarefa "Reiniciar gateway

de rede", deve-se prover auto recuperação, ou seja, deve haver tarefas que realize ações operacionais de ajuste caso haja perdas de dados na rede.

A próxima sessão trata da implementação dos níveis de abstração MABUP ao BPMN através do framework Activiti.

3.7 Integração BPMN e Níveis MABUP

Um dos objetivos desta dissertação é a adoção de uma extensão conservativa, sem comprometer as regras já existentes no BPMN 2.0, que permita a incorporação de novos elementos com características autonômicas.

Figura 23. Integração do BPMN com os elementos estendidos do MABUP.



```

1 package org.mabup.palette;
2
3 import java.util.ArrayList;
4 import java.util.List;
5
6 import org.activiti.designer.integration.palette.AbstractDefaultPaletteCustomizer;
7 import org.activiti.designer.integration.palette.PaletteEntry;
8
9 /**
10  * Customizes the palette for the MABUP.
11  *
12  * @author Bruno Figueiredo - bnf@cin.ufpe.br
13  */
14 public class MABUPCustomizer extends AbstractDefaultPaletteCustomizer {
15
16     public List<PaletteEntry> disablePaletteEntries() {
17         //Adicionar extensões a paleta do Activiti Designer
18         List<PaletteEntry> result = new ArrayList<PaletteEntry>();
19         //Remover elementos desnecessários do Activiti Designer
20         result.add(PaletteEntry.ALFRESCO_MAIL_TASK);
21         result.add(PaletteEntry.ALFRESCO_SCRIPT_TASK);
22         result.add(PaletteEntry.ALFRESCO_START_EVENT);
23         result.add(PaletteEntry.ALFRESCO_USER_TASK);
24         return result;
25     }
26
27 }
28

```

Fonte: (AUTOR, 2015).

O módulo do Activiti que suporta essas extensões é o *Activiti Designer* através da sua paleta. Após a definição das características dos elementos estendidos, é necessário recompilar o diagrama BPMN para ativar as extensões implementadas, de modo que seja criada uma nova paleta, habilitando assim os elementos estendidos do BPMN 2.0. Na figura 23 é apresentada a implementação da integração dos elementos estendidos com o BPMN.

É possível habilitar também para que somente os elementos estendidos sejam habilitados ou também remover elementos originais da notação BPMN. No exemplo

foram adicionados os elementos estendidos e removido alguns elementos que o Activiti também integra ao BPMN, mas que não são úteis para o escopo desta dissertação. A próxima sessão trata do nível da abordagem MABUP, o nível de serviços.

3.8 Modelo de Serviços e Processo MABUBTool

Como visto anteriormente na Figura 3, MABUP define apenas em seu passo P3 a implementação da ligação de serviços com processos autonômicos, ou seja, a ligação de tarefas e seus serviços correspondentes. Posteriormente no passo P4 são definidas as métricas considerando ANS para que em seguida obter processos de negócios autonômicos.

Entretanto, as extensões do Activiti trabalham delegando chamadas para outros serviços (RADEMAKERS, 2012) e esses serviços necessitam estarem mapeados e conectados ao Activiti. Portanto, é necessário antes da modelagem dos processos, a integração do Activiti com serviços existentes no ambiente a ser automatizado. A sugestão é que seja feito, antes da definição dos processos de negócio, passo P1 da abordagem MABUP, que seja feito um processo de identificação e mapeamento dos serviços em produção.

Não é a intenção dessa dissertação propor uma alteração na abordagem MABUP, apenas um reordenamento de processos, para que seja possível a adequação da abordagem com a ferramenta Activiti. A próxima sessão trata da operacionalização dos modelos elaborados com a ferramenta desenvolvida.

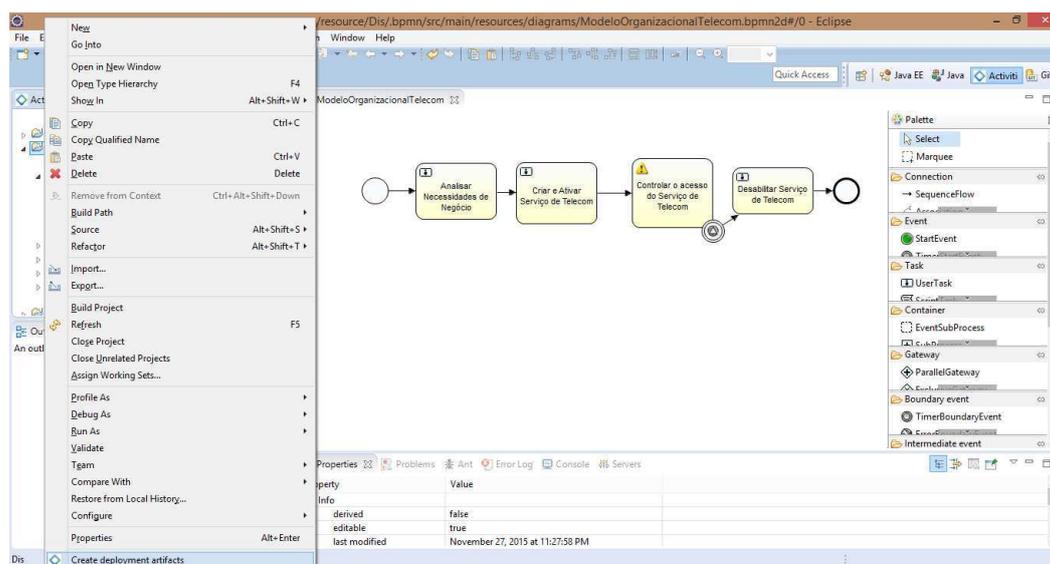
3.9 Operacionalização dos modelos

Além das ferramentas de modelagem, é possível usar o *Activiti Explorer* para interagir com os processos de negócios implementados. Por exemplo, para obter uma lista de tarefas que já estão atribuídas a determinado usuário. Também é possível iniciar uma nova instância do processo e olhar para o estado de qualquer instância do processo recém-criado em um diagrama gráfico. Através da configuração dos campos dos elementos BPMN e das extensões aplicadas no *Activiti Designer*, os usuários podem configurar as propriedades necessárias para ligar a modelagem de um processo aos serviços já mapeados.

Outro ponto necessário para uma boa operacionalização é a configuração de um banco de dados relacional para persistir os dados. Por padrão, o Activiti vem configurado com um banco de dados temporário, o H2, que ao reiniciar o sistema todos os dados são apagados. Para que nenhum dado seja perdido, as configurações de persistência de dados foram estendidas para possibilitar a inserção de todos os dados relativos ao Activiti no PostgreSQL, vide os dados de configuração no Apêndice A.

Para fazer a implantação das definições, formulários e tarefas no *Activiti Engine* é necessário que o modelo de processos de negócio seja modelado utilizando o *Activiti Designer*. Depois, verificar figura 24, é gerado um arquivo de BAR, é uma compilação do modelo de BPMN 2.0 composto por um XML contendo as definições de processo, formulários de tarefa e uma imagem do processo que pode ser visualizada e operacionalizada no *Activiti Designer*.

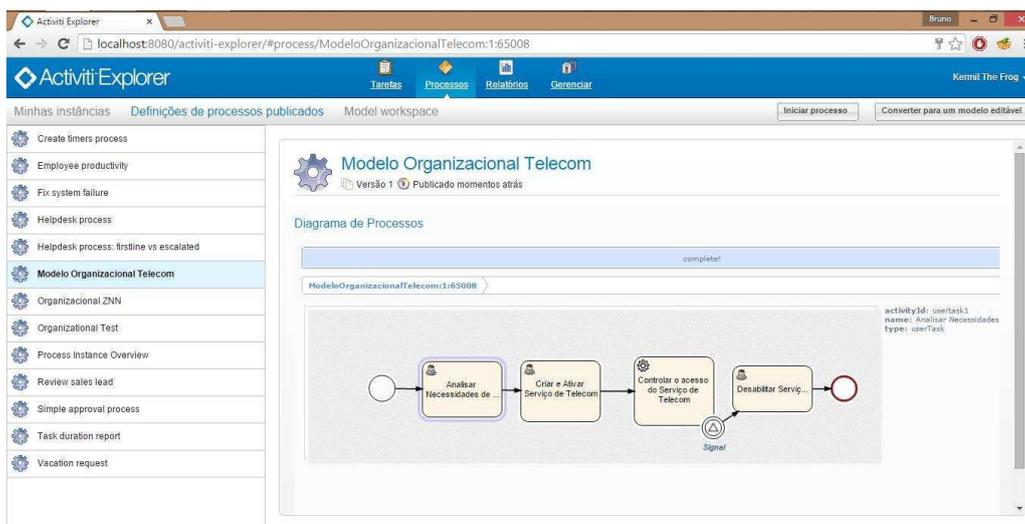
Figura 24. Exemplo da criação dos artefatos de implantação.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Após o término da modelagem do processo, é necessário criar artefatos de implantação e gerar arquivo de bar. Quando o arquivo bar é submetido através do *Activiti Explorer*, sua conexão é feita automaticamente com o *Activiti Engine* e disponibilizado para que seja possível iniciar uma nova instância do processo. A Figura 25 exemplifica o processo de implantação de processos, no caso o exemplo utilizado foi o processo de Telecom. Em seguida na Figura 26 é apresentada a primeira atividade do processo de Telecom implantada na ferramenta.

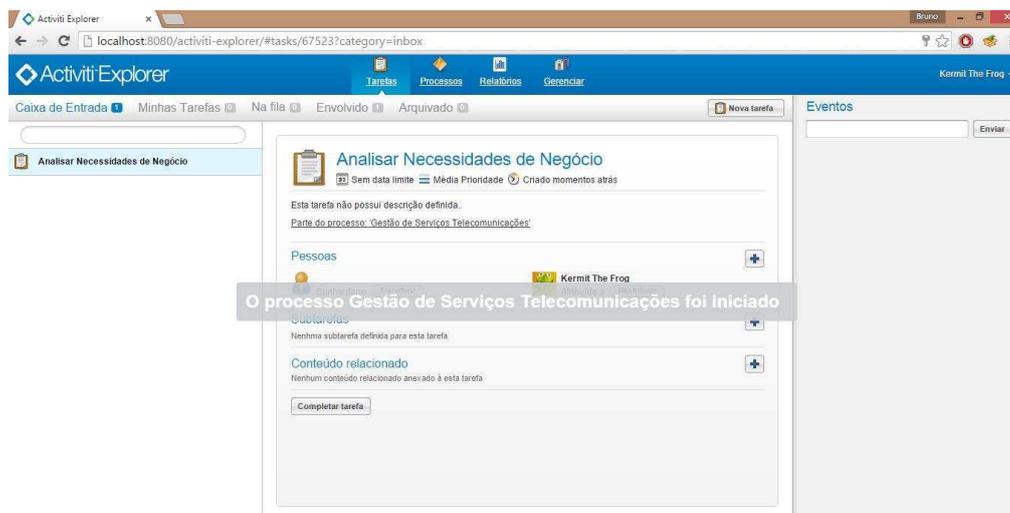
Figura 25. Exemplo de implantação do modelo do Nível Organizacional Telecom em *Activiti Explorer*



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os conceitos definidos na abordagem MABUP foram implementados para o processo em execução no *Activiti Designer* é possível testá-lo com o *Activiti Explorer*.

Figura 26. Processo de Gestão de Serviços de Telecomunicações implantada no Framework Activiti



Fonte: (AUTOR, 2015).

Em outras palavras, é possível a partir do modelo de código abstrato para obter o concreto, porém os detalhes da implementação de extensões e a abordagem MABUP em Activiti dependem diretamente de cada serviço que faz a automação de uma atividade. Por isso, antes é necessário antes identificar quais são os serviços disponíveis para automação, quais são seus ANS e quais deles serão assistidos automaticamente.

3.10 Resumo da seção

Nesta seção, foi apresentado o metamodelo da ferramenta MABUPTool, assim como a sintaxe concreta e abstrata da linguagem de modelagem. Apresentamos também a visão arquitetural e exemplos de uso através da modelagem dos níveis da abordagem MABUP e suas características.

SEÇÃO 4

Avaliação Experimental

Nesta seção será apresentado duas avaliações feitas na ferramenta MABUPTool, modelada e descrita na seção 3 desta dissertação. O objetivo para avaliar se participantes eram capazes utilizar a ferramenta, assimilar os conceitos dos elementos propostos, aplicar os elementos estendidos e se o uso deles auxiliaria na compreensão e aplicação da abordagem MABUP.

4.1 Perspectivas de avaliação

O planejamento avaliativo do MABUPTool foi realizado a partir de duas perspectivas: (i) um experimento controlado e (ii) avaliação de usabilidade referente ao uso de MABUP. As diferentes perspectivas de avaliação levaram à detecção de problemas e resultados de muitas maneiras, tornando a análise mais completa. A avaliação mencionada neste plano baseia-se a abordagem de avaliação multidimensional apresentada em (WOHLIN et al., 2012).

Experimento controlado permite a realização de estudos bem definidos, focados, com o potencial de resultados estatisticamente significativos. Eles permitem focalizar variáveis específicas, medidas e as relações entre eles. Eles ajudam a formular hipóteses, permitindo aumentar o número de perguntas que serão feitas. Tais estudos geralmente resultam em variáveis dependentes, variáveis independentes e hipóteses bem definidas. Eles permitem medir as relações entre as variáveis (WOHLIN et al., 2012).

Neste caso, foram feitos dois experimentos controlados, o primeiro um experimento piloto utilizado para avaliar o trabalho desenvolvido até um determinado momento. O experimento teve o propósito de avaliar a utilidade e usabilidade dos elementos estendidos do BPMN, além do tempo de modelagem sobre o uso de MABUP.

No segundo experimento, realizado com outros participantes, foi avaliado novamente tempo de modelagem, utilidade e usabilidade dos elementos estendidos do BPMN, visto que ele foi feito cinco meses depois do primeiro e os elementos e suas propriedades foram aperfeiçoadas, juntamente com a parte da automação realizada no *Activiti Explorer*.

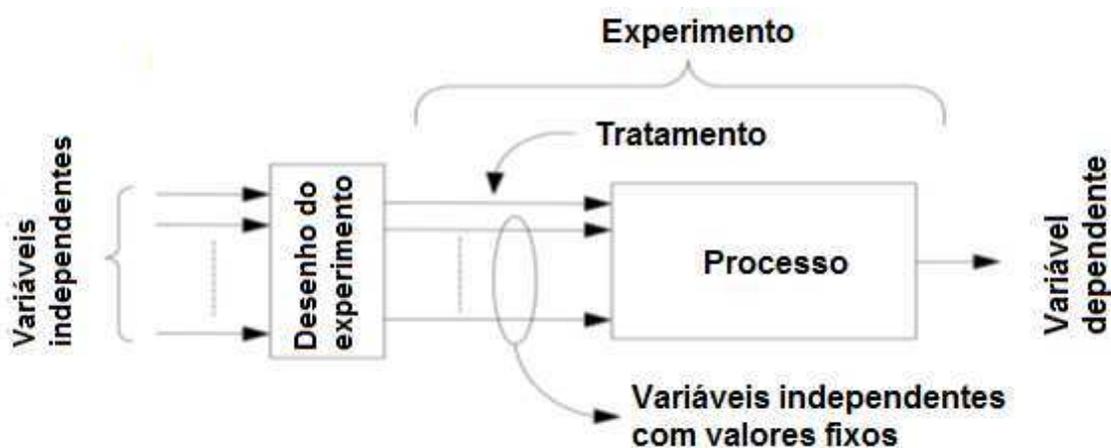
Por último, com os mesmos participantes do segundo experimento foi conduzido um teste de usabilidade em toda a ferramenta desenvolvida e estendida neste trabalho.

4.2 Avaliação Experimental

O experimento é criado para testar uma teoria ou hipótese, também é realizado para testar a relação entre um tratamento e o resultado para tirar conclusões sobre a causa e efeito para o qual afirmamos uma hipótese (WOHLIN et al., 2012).

Existem dois tipos de variáveis em um experimento, independente e as variáveis dependentes. Variáveis dependentes (ou variáveis de resposta) indicam o efeito das alterações na variável independente (fator), que pode ser manipulada e controlada. Um tratamento é um determinado valor de um fator. A escolha do tratamento e os níveis que as outras variáveis independentes devem ter é parte do desenho do experimento (veja a Figura 27).

Figura 27. Ilustração de um experimento.



Fonte: Adaptado de (WOHLIN et al., 2012)

Os tratamentos são aplicados para a combinação de objetos e participantes. Um objeto pode, por exemplo, ser um modelo que deve ser revisto com técnicas diferentes de inspeção. Por sua vez, as pessoas que se aplicam o tratamento são chamadas de participantes (WOHLIN et al., 2012).

Um experimento consiste em um conjunto de testes onde cada ensaio é uma combinação de tratamento, sujeito e objeto. O número de testes afeta o erro experimental e fornece a oportunidade para estimar o efeito médio de qualquer fator experimental (WOHLIN et al., 2012). No caso deste trabalho, foram realizados dois testes, sendo o primeiro o experimento piloto e o segundo o experimento, de uma forma mais completa. Considerando esta conceituação, nas seções seguintes, os experimentos controlados conduzidos neste trabalho serão detalhados.

4.3 Desenho do Experimento Piloto

A fase de desenho do experimento descreve os objetivos, os objetivos de estudo, o ponto de vista e contexto. Como resultado essa fase fornece a direção geral do experimento, o seu escopo, a base para a formulação das hipóteses e as notações preliminares para a avaliação da validade. (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002)

Para esta dissertação foi elaborada a seguinte pergunta de pesquisa: Os participantes são capazes de assimilar, aplicar os elementos estendidos e seu uso auxilia na compreensão e aplicação da abordagem MABUP?

Tabela 2. Desenho do Experimento Piloo.

Desenho do Experimento Piloto	
Objetivo	Analisar se participantes são capazes assimilar, aplicar os elementos estendidos e se o uso deles auxiliaria na compreensão e aplicação da abordagem MABUP.
Objetivos específicos	<p>Avaliar a opinião dos participantes que modelaram processos de negócios com recursos autônomos produzidos utilizando elementos estendidos e os modelos construídos sem os elementos estendidos considerando os seguintes critérios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tempo de modelagem • Modelagem de Características Autônomicas • Compreensão da abordagem MABUP • Entendimento e usabilidade dos elementos estendidos.
Indicadores	<p><u>Tempo de modelagem</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • TDM — Tempo de modelagem (<i>horas e minutos - hh:mm</i>) <p><u>Modelagem de Características Autônomicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • MDCA — Os elementos estendidos auxiliam na modelagem de características autônomicas (<i>Concordo totalmente Concordo Nem concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente</i>) <p><u>Compreensão da abordagem MABUP</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • CDM — Os elementos estendidos auxiliam na compreensão da abordagem MABUP (<i>Concordo totalmente Concordo Nem concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente</i>)

Desenho do Experimento Piloto	
	<u>Entendimento e usabilidade dos elementos estendidos</u>
Contexto do experimento	Acadêmico: consideramos um experimento no campo em condições normais com alunos do curso de engenharia de requisitos da graduação e pós-graduação, com alguma experiência no setor de engenharia, implementando o processo proposto em um exemplo.
Amostra	15 (quinze)
Número de avaliadores	2 (dois)
Duração da sessão experimental	120 minutos

Fonte: (AUTOR, 2015).

O tipo de projeto adotado neste estudo é um fator com dois tratamentos, que prevê a comparação entre as médias das variáveis confiáveis para cada tratamento. Neste sentido, investigamos o impacto do uso dos elementos estendidos no o tempo de modelagem. Em seguida é analisado, apenas para quem utilizou os elementos estendidos, se houve um auxílio na compreensão da abordagem MABUP, se houve um auxílio na modelagem de características autonômicas e em seguida é analisado elemento por elemento o seu entendimento e usabilidade. Isto é, o fator é a modelagem método e os tratamentos são elementos estendidos e sua ausência.

4.3.1 Hipótese

Como mencionado na seção anterior, cada indicador tem duas variações: usando ou não elementos estendidos. Por exemplo, há tempo de modelagem usando elementos estendidos (TDM_{ee}) e a mesma métrica sem utilizar elementos estendidos (TDM_c).

A principal hipótese é a hipótese nula, que afirma que não há diferença entre usar ou não os elementos estendidos. Portanto, o estudo tenta rejeitar esta hipótese. Há três hipóteses nulas, o estudo analisa uma para cada métrica. A seguir é uma composição dessas três hipóteses nulas.

Tabela 3. Hipóteses nula e alternativa do segundo experimento.

Hipótese Nula	Hipótese Alternativa	Hipótese Alternativa
H01 : TDM _{ee} \equiv TDM _c	H01: TDM _{ee} > TDM _c	H01: TDM _{ee} < TDM _c

Hipótese Nula	Hipótese Alternativa	Hipótese Alternativa
H02 : MDCA _{ee} \equiv MDCA _c	H02: MDCA _{ee} > MDCA _c	H02: MDCA _{ee} < MDCA _c
H03 : CDM _{ee} \equiv TDM _c	H03: CDM _{ee} > TDM _c	H03: CDM _{ee} < TDM _c

Fonte: (AUTOR, 2015).

Variáveis Dependentes e Independentes

Há dois tipos de variáveis do experimento: dependentes e independentes. As variáveis independentes referem-se à entrada do processo de experimentação, essas variáveis apresentam a causa que afeta o resultado do processo de experimentação. As variáveis dependentes referem-se à saída do processo de experimentação. Essas variáveis apresentam o efeito que é causado pelos fatores do experimento. (TRAVASSOS; GUROV; AMARAL, 2002) . Para esse experimento foram definidas as seguintes variáveis:

Variáveis Independentes

Técnica de modelagem = {Com elementos estendidos, Sem elementos estendidos}

Variáveis dependentes = {TDM, MDCA E CDM}

4.3.2 Condução do Experimento Piloto

Os participantes deste estudo são alunos dos cursos de graduação, mestrado e doutorado que estavam cursando uma disciplina de engenharia de requisitos. Os participantes tinham conhecimento de que eles estavam participando de um estudo experimental e que todos os dados coletados seriam utilizados na análise do estudo.

Antes de iniciar o estudo, os participantes responderam ao questionário (Apêndice B), se identificando, para ser feita posteriormente uma análise sobre seus perfis e experiência com engenharia de requisitos e desenvolvimento de software a fim de reduzir o impacto do fator experiência no experimento e fornecer um projeto equilibrado. Os dados dos participantes são apresentados na seção 4.2.3 (Participantes).

A fim de identificar os impactos da utilização do método proposto, o objeto de controle é a geração do objeto experimental sem o método proposto. Desta forma, os participantes foram divididos em dois grupos: os participantes que utilizaram o método

proposto (elementos estendidos), enquanto que os participantes que não usam o método proposto (sem utilização dos elementos estendidos).

Como mencionado anteriormente, este estudo foi realizado durante um curso que envolvia alunos de graduação e pós-graduação e consistiu em duas fases. Na primeira fase, foram ministrados cursos de modelagem de processos, BPMN, requisitos Não Funcionais e contextualização onde todos os participantes estavam presentes, ao total foram ministrados 6 horas de cursos. Em seguida, foi analisado se os participantes aprenderam os assuntos através de um projeto em que foram solicitados a desenvolver um modelo de processo de negócio a partir de uma especificação de requisitos apresentada. Além da modelagem do projeto, foi realizada a argumentação oral com cada assunto sobre a modelagem do processo de projeto e de negócios.

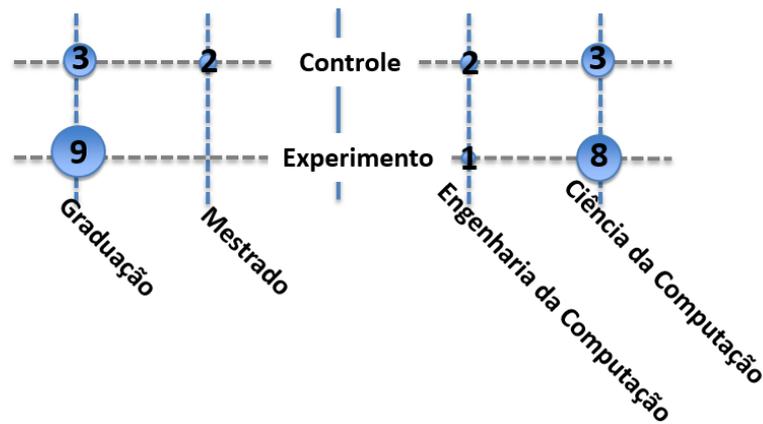
A segunda fase consistiu na formação de todos os alunos participantes, totalizando 4 horas, sobre a abordagem MABUP e a ferramenta *Activiti Designer* juntamente com a utilização dos elementos estendidos. Em seguida, foi conduzido um pré-experimento com tempo total de 2 horas, para proporcionar a chance de se familiarizar com as etapas de abordagem MABUP e com a utilização da ferramenta *Activiti Designer*. Finalmente, o experimento foi executado.

Foi apresentada a especificação de negócios para ambos os grupos. O objeto de estudo foi o processo de negócios 'Gestão de Serviços de Telecomunicações' (Apêndice C), o mesmo da primeira avaliação da abordagem MABUP usado em (OLIVEIRA, 2015). Após o experimento, os participantes responderam um questionário de pós-experimento, disponíveis no Apêndice D para o grupo de controle, e no Apêndice E para o grupo de experimento que foi analisado com maior profundidade. A análise do estudo compara os dados coletados de ensaios experimentais do grupo de experimento com o grupo de controle para verificar se as hipóteses nulas podem ser rejeitadas.

4.3.3 Participantes

No início do experimento, os participantes responderam ao questionário (Apêndice B) sobre o seu perfil e experiência com engenharia de requisitos e desenvolvimento de software, a fim de reduzir o impacto da experiência. Neste sentido, eles foram equilibrados de acordo com a formação acadêmica, depois foram divididos aleatoriamente. A figura 28 mostra a distribuição dos grupos de acordo com a sua experiência acadêmica.

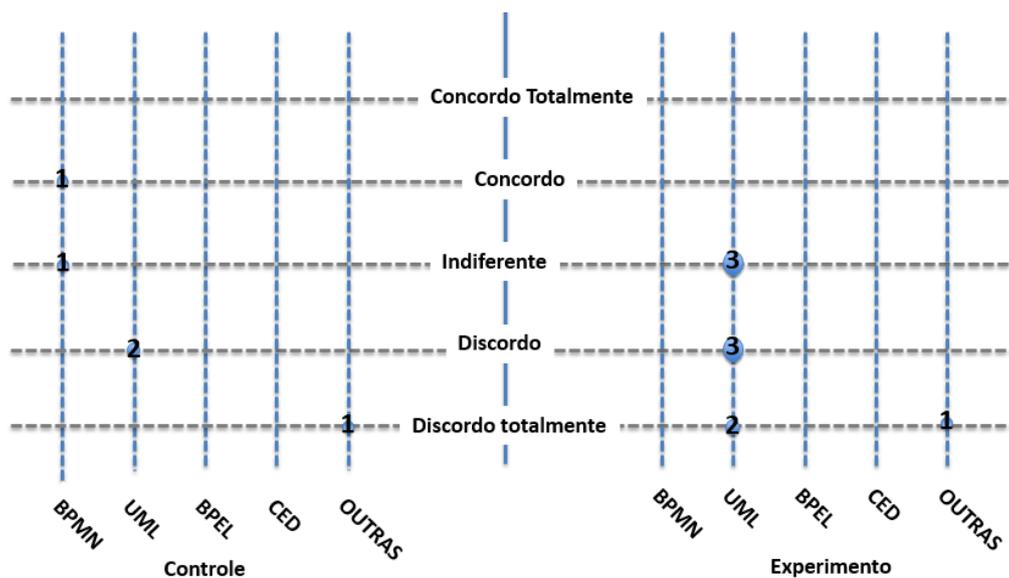
Figura 28. Graus do participantes e formação acadêmica.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Em relação com a experiência de modelagem de negócios, a maioria dos participantes respondeu que tinham experiência com BPMN e UML, mas eles não têm proficiência na sua adoção, conforme resumido na Figura 29.

Figura 29. Experiência e proficiência em Modelagem de Processos de Negócio.



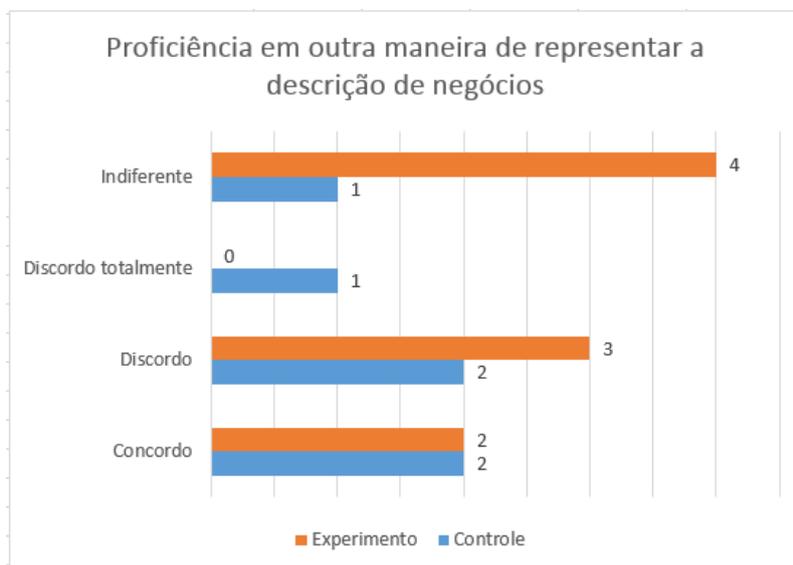
Fonte: (AUTOR, 2015).

Considerando outra maneira de representar a descrição de negócios, de acordo com o grupo de participantes que utilizou os elementos estendidos, 33% concordam que eles têm proficiência na utilização dessa técnica, 33% discordam ter proficiência em outra técnica não informada, 17% discordam totalmente ter proficiência em outra técnica e outros são indiferentes em sua proficiência.

Em relação do grupo controle, há um comportamento semelhante, pois 33% concordam que eles têm proficiência na utilização dessa técnica, 33% que discordam de

sua proficiência em outra técnica e 45% são indiferentes em sua proficiência. A Figura 30 apresenta a distribuição por grupo da proficiência em outra maneira de representar a descrição de negócios.

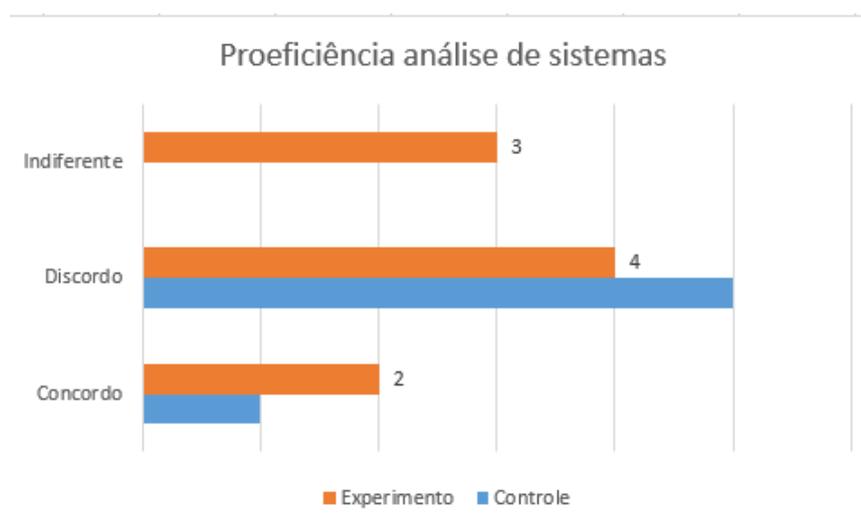
Figura 30. Proficiência em outra maneira de representar a descrição de negócios.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Considerando a proficiência em análise de sistemas, 83% dos participantes do grupo de controle discordavam ter proficiência em análise de sistemas, 17% restantes concordavam que tinha proficiência em análise de sistemas. No grupo de experimento 45% dos participantes do grupo de controle discordavam ter proficiência em análise de sistemas, 22% restantes concordavam que tinha proficiência e 33% nem concordaram nem discordaram sobre sua proficiência, como pode ser mostrado na Figura 31.

Figura 31. Proficiência em análise de sistemas.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Depois os participantes receberam um treinamento de BPMN, RNF e Contextualização para equilibrar o conhecimento dos mesmos. Em seguida foi solicitado a eles preparassem e apresentassem oralmente um projeto de modelagem de negócios com todos esses conceitos com base em uma descrição do negócio. Objetivo foi avaliar se eles estavam prontos para realizar o experimento. Foi determinado um limite de 70% de acerto para admitir um sujeito nos próximos passos do experimento, caso houvesse problemas na execução do experimento (envio de arquivos corrompidos) ou o participante não estivesse presente em todos os treinamentos, seus resultados eram descartados do experimento. No final, no Experimento Piloto tivemos 9 indivíduos no grupo que utilizou os elementos estendidos e 5 indivíduos do grupo de controle.

4.3.4 Resultados

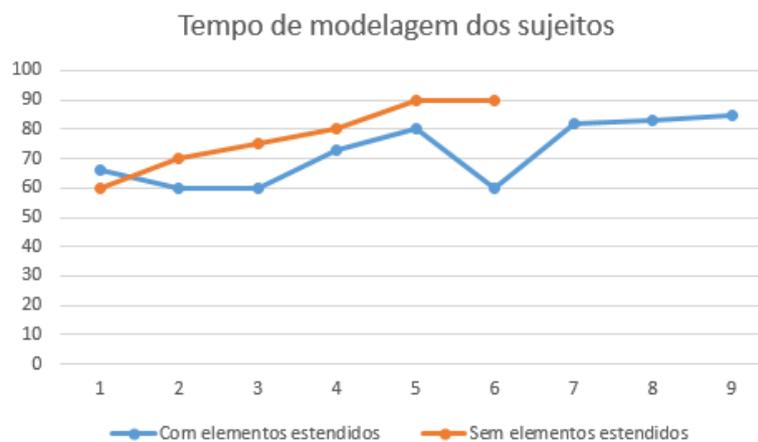
Nesta seção, é apresentada a análise dos dados coletados durante o experimento para cada grupo. Em todo caso, queremos recusar hipóteses nulas.

Tempo de modelagem

- TDM — Tempo de modelagem (*horas e minutos - hh:mm*)

Para verificar o tempo de modelagem os participantes informaram o tempo de execução a atividade de modelagem. O tempo médio de cada grupo no experimento foi de: 73 minutos dos participantes que empregaram os elementos estendidos e 77.5 minutos dos participantes que não empregaram elementos estendidos. A Figura 32 apresenta a distribuição da variável em ambos os grupos.

Figura 32. Distribuição do tempo de modelagem dos dois grupos.



Fonte: (AUTOR, 2015).

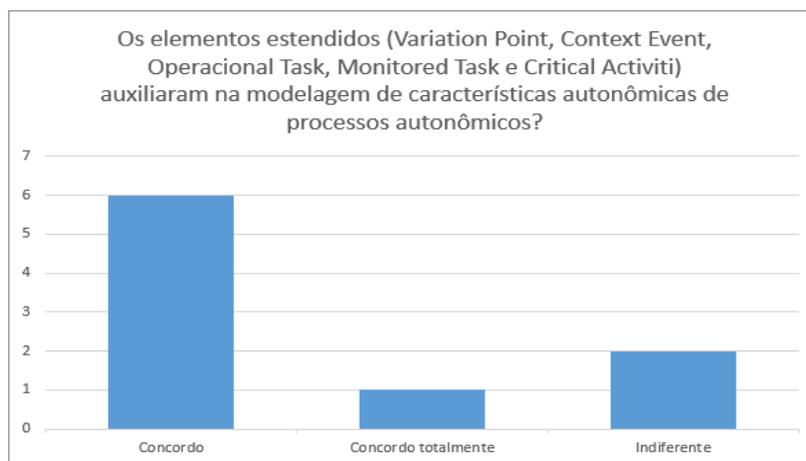
Houve um pequeno aumento no tempo médio de modelagem usando os elementos estendidos, mas não existem subsídios suficientes para afirmar se está relacionado com o auxílio da compreensão da abordagem.

Modelagem de Características Autônômicas

- MDCA —Os elementos estendidos auxiliam na modelagem de características autonômicas (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)

Os resultados obtidos do questionário de pós-experimento com relação a modelagem de características autonômicas utilizando os elementos estendidos estão representados graficamente na Figura 33. Para facilitar o entendimento dos dados foi atribuída escala ordinal, como segue: Concordo totalmente; Concordo; Indiferente; Discordo; Discordo totalmente.

Figura 33. Modelagem de características autonômicas utilizando elementos estendidos.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Sobre a modelagem de características autonômicas 67% concordaram que a utilização de elementos estendidos auxiliou na modelagem de características autonômicas, ou seja, grande parcela dos envolvidos neste experimento piloto concorda que os elementos estendidos auxiliaram na modelagem de características autonômicas de forma significativa.

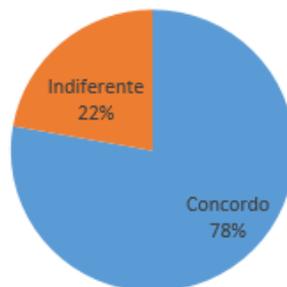
Compreensão da abordagem MABUP

- CDM —Os elementos estendidos auxiliam na compreensão da abordagem MABUP (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)

Os resultados obtidos do questionário de pós-experimento com relação a análise do auxílio dos elementos estendidos com a compreensão da abordagem MABUP estão representados graficamente na Figura 34. Para facilitar o entendimento dos dados foi atribuída escala ordinal, como segue: Concordo totalmente; Concordo; Indiferente; Discordo; Discordo totalmente.

Figura 34. Compreensão da abordagem MABUP utilizando elementos estendidos.

Os elementos estendidos (Variation Point, Context Event, Operacional Task, Monitored Task, Critical Activiti) auxiliam na compreensão da abordagem MABUP?



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados do experimento apontaram que 78% dos participantes concordaram que os elementos estendidos auxiliaram na compreensão da abordagem MABUP. Portanto grande parcela dos envolvidos neste experimento piloto concorda que os elementos estendidos auxiliaram na compreensão da abordagem MABUP de forma significativa.

Facilidade dos elementos estendidos

- Atividade Crítica — Quão fácil foi entender o elemento estendido Atividade Crítica? (*Muito fácil* / *Fácil* / *Indiferente* / *Difícil* / *Muito difícil*)
- Atividade Monitorada — Quão fácil foi entender o elemento estendido Atividade Monitorada? (*Muito fácil* / *Fácil* / *Indiferente* / *Difícil* / *Muito difícil*)
- Ponto de Variação — Quão fácil foi entender o elemento estendido Ponto de Variação? (*Muito fácil* / *Fácil* / *Indiferente* / *Difícil* / *Muito difícil*)
- Evento de Contexto — Quão fácil foi entender o elemento estendido Evento de Contexto? (*Muito fácil* / *Fácil* / *Indiferente* / *Difícil* / *Muito difícil*)
- Atividade Operacional — Quão fácil foi entender o elemento estendido Atividade Operacional? (*Muito fácil* / *Fácil* / *Indiferente* / *Difícil* / *Muito difícil*)

Os resultados obtidos do questionário de pós experimento com relação ao entendimento dos elementos estendidos estão representados estão apresentados na Tabela 4 e representados graficamente na Figura 36. Para facilitar o entendimento dos dados foi atribuída escala ordinal, como segue: Muito fácil; Fácil; Indiferente; Difícil; Muito difícil.

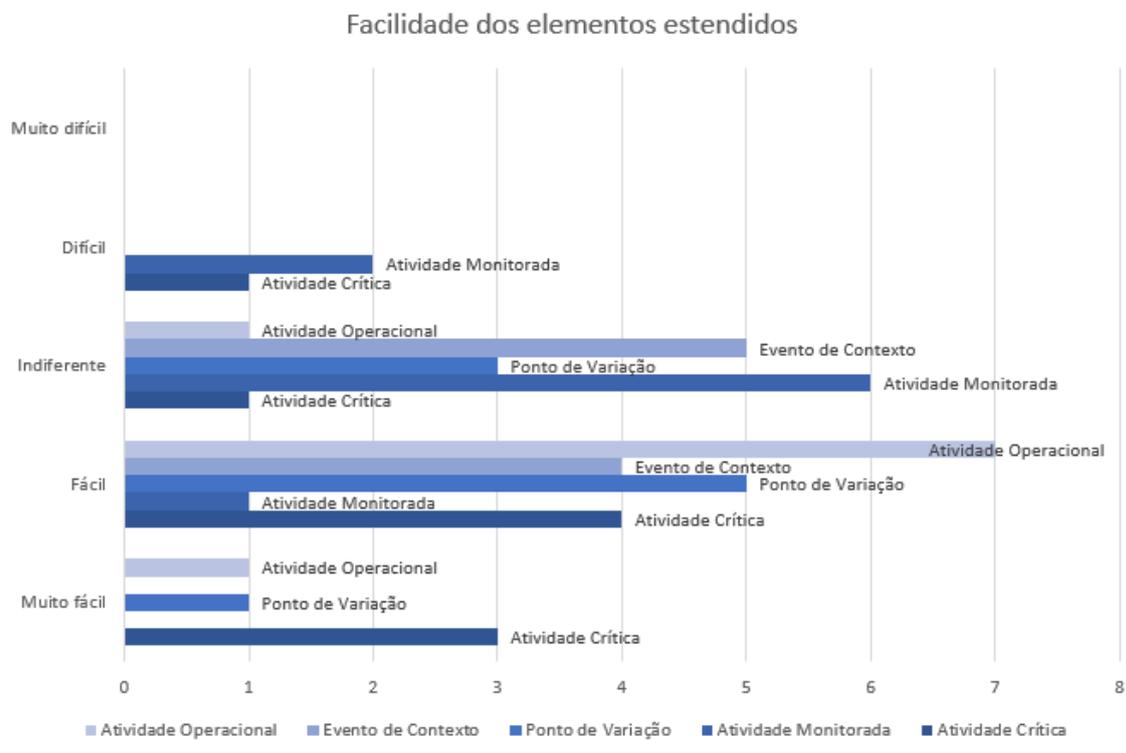
Tabela 4. Resultados da facilidade dos elementos estendidos (Atividade Crítica, Atividade Monitorada, Ponto de Variação, Evento de Contexto e Atividade Operacional).

Facilidade dos elementos estendidos						
	Muito fácil	Fácil	Indiferente	Difícil	Muito difícil	Total
Atividade Crítica	3	4	1	1	0	9
Atividade Monitorada	0	1	6	2	0	9
Ponto de Variação	1	5	3	0	0	9
Evento de Contexto	0	4	5	0	0	9
Atividade Operacional	1	7	1	0	0	9

Fonte: (AUTOR, 2015).

Todos os elementos estendidos foram avaliados com o propósito de identificar dificuldades em sua compreensão para que seus conceitos, propriedades e até mesmo a forma de explicar o seu funcionamento fossem melhorados para que em trabalhos futuros fosse reavaliado e obter um grau maior de facilidade dos mesmos.

Figura 35. Representação da facilidade dos elementos estendidos



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados do experimento apontaram que o elemento mais fácil de entender foi a Atividade Operacional e o mais difícil foi a Atividade Monitorada. Enquanto 45% dos participantes acharam Atividade Crítica muito fácil de entender e 33% fácil e apenas 11%, equivalente a um sujeito achou difícil de entender a Atividade Crítica. Em relação ao ponto de Variação 56% afirmaram que foi muito fácil entender seus conceitos enquanto 33% acharam indiferente e 11% muito fácil. Nenhum elemento foi avaliado como muito difícil de entender.

Utilidade dos elementos estendidos

- Atividade Crítica — O elemento estendido Atividade Crítica foi útil na modelagem do exercício? (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)
- Atividade Monitorada — O elemento estendido Atividade Monitorada foi útil na modelagem do exercício? (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)
- Ponto de Variação — O elemento estendido Ponto de Variação foi útil na modelagem do exercício? (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)
- Evento de Contexto — O elemento estendido Evento de Contexto foi útil na modelagem do exercício? (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)
- Atividade Operacional — O elemento estendido Atividade Operacional foi útil na modelagem do exercício? (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)

Os resultados obtidos do questionário de pós experimento com relação a utilidade dos elementos estendidos estão representados graficamente na Figura 36 e na Tabela 5. Para facilitar o entendimento dos dados foi atribuída escala ordinal, como segue: Concordo totalmente; Concordo; Indiferente; Discordo; Discordo totalmente.

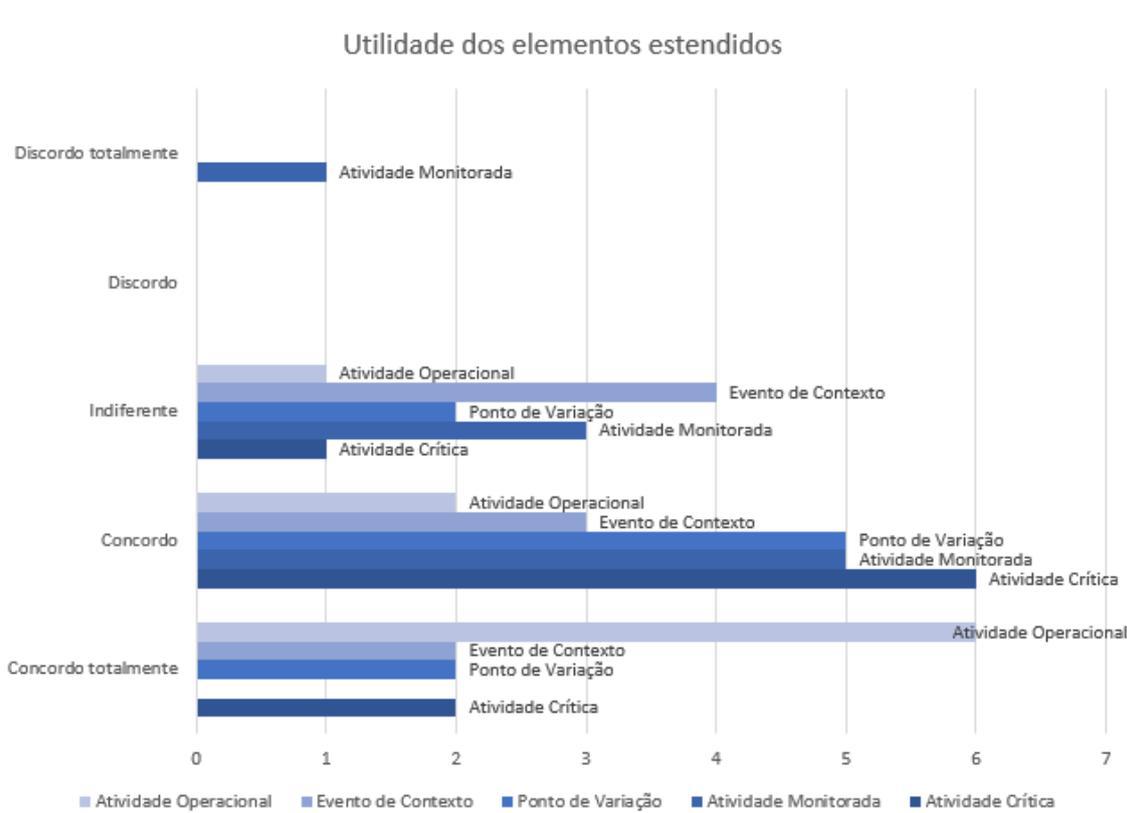
Tabela 5. Resultados da utilidade dos elementos estendidos (Atividade Crítica, Atividade Monitorada, Ponto de Variação, Evento de Contexto e Atividade Operacional).

Utilidade dos elementos estendidos						
	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente	Total
Atividade Crítica	2	6	1	0	0	9
Atividade Monitorada	0	5	3	0	1	9
Ponto de Variação	2	5	2	0	0	9
Evento de Contexto	2	3	4	0	0	9
Atividade Operacional	6	2	1	0	0	9

Fonte: (AUTOR, 2015).

Todos os elementos estendidos foram avaliados com o propósito de identificar dificuldades em sua utilização para que seus conceitos, propriedades e até mesmo a forma de explicar o seu funcionamento fossem melhorados para que em trabalhos futuros fossem reavaliados e obter um grau maior de utilização dos mesmos.

Figura 36. Utilização dos elementos estendidos.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados do experimento apontaram que o elemento menos utilizado foi Atividade Monitorada e a mais utilizada Atividade Crítica e Atividade Operacional. Enquanto 56% dos participantes concordaram que o Ponto de Variação foi útil na modelagem do exercício 22% foram indiferentes e 22% concordaram totalmente que o elemento Ponto de Variação foi útil no exercício. Apenas um sujeito discordou totalmente da utilidade do elemento Atividade Monitorada.

4.4 Discussão do Experimento Piloto

O experimento teve o objetivo de verificar os pontos observados na seção 3 sobre a ferramenta MABUPTool, dando ênfase na extensão de elementos BPMN para adquirir características autonômicas presentes na abordagem MABUP. Os participantes ao modelarem o estudo de caso e responderem o questionário pós-experimentos foram avaliados em relação ao tempo de modelagem, modelagem de Características Autonômicas, compreensão da abordagem MABUP, entendimento e usabilidade dos elementos estendidos.

Os resultados do experimento apontaram que 78% dos participantes concordaram que os elementos estendidos auxiliaram na compreensão da abordagem MABUP. Além disso, 67% concordaram que a utilização de elementos estendidos auxiliou na modelagem de características autonômicas. Grande parcela dos envolvidos neste experimento inicial concorda que os elementos estendidos auxiliaram na modelagem de características autonômicas de forma significativa.

Analisando tempo de modelagem, observamos que a variável TDM teve um resultado melhor no grupo controle. Identificamos que o grupo dos elementos estendidos passou mais tempo para modelar uma vez que os elementos envolviam conceitos dos quais eles tinham pouca familiaridade. Como o experimento piloto foi realizado em pouco tempo e seu treinamento foi curto, esse foi um dos motivos para a realização de outro experimento.

Portanto, é possível concluir que os resultados obtidos são promissores uma vez que os dados iniciais indicam que a adoção dos elementos estendidos potencializa o auxílio da compreensão da abordagem MABUP e auxiliam na modelagem de processos autonômicos.

Entretanto, deve-se reconhecer que os resultados não são conclusivos, por se tratar de um experimento piloto, conduzido com um pequeno número de participantes, de um estudo em andamento. Por este motivo, outro estudo experimental foi conduzido e será apresentado na seção 4.6 cujo objetivo foi de investigar de apontar precisamente as vantagens e desvantagens de se utilizar os elementos estendidos para representar características autonômicas.

4.5 Ameaças a validade

Esta seção discute quão válidos são os resultados e se podemos generalizá-los para uma ampla população. Segundo (WOHLIN et al., 2012) existem quatro tipos de validade, a Validade Interna que define se os dados coletados no estudo resultaram das variáveis dependentes e não a partir de um fator não controlado. Validade de Conclusão está relacionada com a capacidade de chegar a uma conclusão correta sobre os dados coletados, para os testes estatísticos utilizados, e quão confiáveis são as medidas e os dados coletados.

A Validade de Construto está preocupada em assegurar que o tratamento reflete a causa e os resultados refletem o efeito, por exemplo, sem ser afetado por fatores humanos. Finalmente, Validade Externa está relacionada com a capacidade de generalizar os resultados para um ambiente industrial.

4.5.1 Validade Interna

Os participantes experimentais são alunos de cursos graduação e mestrado. Os alunos são da área de engenharia de software, ou seja, que eles tenham alguma experiência em modelagem de software.

Apesar de ser separados em dois grupos, um que utiliza os elementos estendidos e outro que não usa, ambos os grupos participantes receberam a mesma descrição do negócio a ser modelado. Portanto, não era esperado que um grupo ou outro se sentisse mais ou menos desencorajados na realização ou não do tratamento, já que o modelo resultante de processos de negócios deve ser equivalente.

Um fator de confusão poderia ser a experiência do sujeito. Na verdade, a participantes preencheram um questionário sobre sua experiência e conhecimentos na academia e na indústria. Uma vez que havia poucos participantes para realizar o estudo (15 indivíduos), eles foram distribuídos aleatoriamente para os tratamentos em vez de separados em blocos, o que reduziria ainda mais o número de amostras a serem comparados.

4.5.2 Validade de Conclusão

O experimento foi baseado em uma parte de um cenário real de uma empresa de telecomunicações e representa problemas que podem afetar sistemas autônomicos. A mesma especificação foi utilizada na avaliação da abordagem MABUP, melhor descrita na Tese de Oliveira (2015). Avaliação que também utilizou a ferramenta desenvolvida nesta dissertação, porém como a ferramenta ainda estava em desenvolvimento o foco era a avaliação da abordagem MABUP foi necessário fazer uma avaliação com foco no trabalho desenvolvido, a ferramenta, até então.

4.5.3 Validade de Construto

Os participantes receberam uma especificação de um processo de 'Gestão de Serviço de Telecom' o mesmo que está no Apêndice B. Além disso, eles realizaram um pré-experimento para tornar claro como a modelagem deveria ser implementada e como os dados devem ser recolhidos.

4.5.4 Validade Externa

Embora houvesse diferentes tipos de alunos (graduação, mestrado e doutorado), o número limitado de indivíduos não permite generalizar fora do escopo do estudo. Por outro lado, os resultados, incluindo opinião dos participantes, foram úteis para melhorar os elementos estendidos de fato, novas diretrizes e foram aplicados no segundo estudo experimental que será apresentado na próxima seção.

4.6 Desenho do Experimento

Para este experimento foi elaborada a seguinte pergunta de pesquisa: Os participantes são capazes assimilar, aplicar os elementos estendidos juntamente a configuração de suas propriedades e seu uso auxilia na compreensão e aplicação da abordagem MABUP.

Tabela 6. Desenho do Experimento.

Desenho do Experimento	
Objetivo	Analisar se participantes são capazes assimilar, aplicar os elementos estendidos juntamente com propriedades que foram adicionadas nos elementos, essas propriedades foram adicionadas para tornar os modelos executáveis. Por fim novamente foi analisado se o uso dos elementos auxiliaria na compreensão e aplicação da abordagem MABUP.
Objetivos específicos	<p>Avaliar a opinião dos participantes que modelaram os processos de negócios com recursos autônômicos construídos utilizando elementos estendidos considerando os seguintes critérios:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tempo de modelagem • Modelagem de Características Autônômicas • Compreensão da abordagem MABUP • Associação dos conceitos, entendimento e usabilidade dos elementos estendidos e suas propriedades.
Indicadores	<p><u>Tempo de modelagem</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • TDM — Tempo de modelagem (<i>horas e minutos - hh:mm</i>) <p><u>Modelagem de Características Autônômicas</u></p>

Desenho do Experimento	
	<ul style="list-style-type: none"> • MDCA —Os elementos estendidos auxiliam na modelagem de características autonômicas (<i>Concordo totalmente Concordo Nem concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente</i>) <p><u>Compreensão da abordagem MABUP</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • CDM —Os elementos estendidos auxiliam na compreensão da abordagem MABUP (<i>Concordo totalmente Concordo Nem concordo nem discordo Discordo Discordo totalmente</i>) <p><u>Associação dos conceitos, entendimento e usabilidade dos elementos estendidos e suas propriedades.</u></p>
Contexto do experimento	Acadêmico: consideramos um experimento no campo em condições normais com alunos do curso de engenharia de requisitos da graduação e pós-graduação, com alguma experiência no setor de engenharia, implementando o processo proposto em um exemplo.
Amostra	12 (doze)
Número de avaliadores	2 (dois)
Duração da sessão experimental	120 minutos

Fonte: (AUTOR, 2015).

O tipo de projeto adotado neste estudo é um fator com um tratamento, mas que prevê a comparação entre as médias das variáveis confiáveis com o tratamento do experimento anterior. Neste sentido, investigamos se a adição das propriedades nos elementos estendidos e a execução dos modelos melhoram o tempo de modelagem em relação ao experimento anterior. Em seguida é analisado se houve um aumento do auxílio na compreensão da abordagem MABUP e na modelagem de características autonômicas, por fim é analisado elemento por elemento o seu entendimento, usabilidade e a associação do seu conceito com o elemento gráfico. Ou seja, o fator é a modelagem método e o tratamento são elementos estendidos.

4.6.1 Hipótese

Como mencionado na seção anterior, cada métrica tem duas variações: do experimento anterior e desse experimento usando elementos estendidos. Por exemplo, há tempo de modelagem usando elementos estendidos do experimento anterior (TDM_{ea}) e a mesma métrica utilizando elementos estendidos no experimento (TDM_e).

A principal hipótese é a hipótese nula que afirma que não há diferença entre os experimentos. Portanto, o estudo tenta rejeitar esta hipótese. Há três hipóteses nulas, o estudo analisa uma para cada métrica. A seguir, vide tabela 7 é uma composição dessas três hipóteses nulas.

Tabela 7. Hipóteses nula e alternativa do segundo experimento.

Hipótese Nula	Hipótese Alternativa	Hipótese Alternativa
H01 : TDM _{ee} \equiv TDM _c	H01: TDM _{ee} > TDM _c	H01: TDM _{ee} < TDM _c
H02 : MDCA _{ee} \equiv MDCA _c	H02: MDCA _{ee} > MDCA _c	H02: MDCA _{ee} < MDCA _c
H03 : CDM _{ee} \equiv TDM _c	H03: CDM _{ee} > TDM _c	H03: CDM _{ee} < TDM _c

Fonte: (AUTOR, 2015).

Variáveis Independentes - Técnica de modelagem = {MABUP, Ferramenta com elementos estendidos}

Variáveis dependentes = {TDM, MDCA E CDM}

4.6.2 Condução do Experimento

Os participantes deste estudo são alunos dos cursos de graduação, mestrado e doutorado que estavam cursando uma disciplina de engenharia de requisitos. Os participantes tinham conhecimento de que eles estavam participando de um estudo experimental e que todos os dados coletados seriam utilizados na análise do estudo.

Antes de iniciar o estudo, os participantes responderam ao questionário (Apêndice F), se identificando, pois, o objetivo era analisar os dados sobre seus perfis e experiência com modelagem e ferramentas de processos autônomicos a fim de reduzir o impacto do fator experiência no experimento e fornecer um projeto equilibrado. Os dados dos participantes são apresentados na seção 4.6.3 (Participantes).

Como mencionado anteriormente, este estudo foi realizado durante um curso que envolvia alunos de graduação e pós-graduação e consistiu em duas fases. Na primeira

fase, foram ministrados cursos de modelagem de processos, BPMN, Requisitos Não-Funcionais e contextualização onde todos os participantes estavam presentes, ao total foram ministrados 6 horas de cursos. Em seguida, foi analisado se os participantes aprenderam os assuntos através de um projeto em que foram solicitados a desenvolver um modelo de processo de negócio a partir de uma especificação de requisitos apresentada. Além da modelagem do projeto, foi realizada a argumentação oral com cada assunto sobre a modelagem do processo de projeto e de negócios.

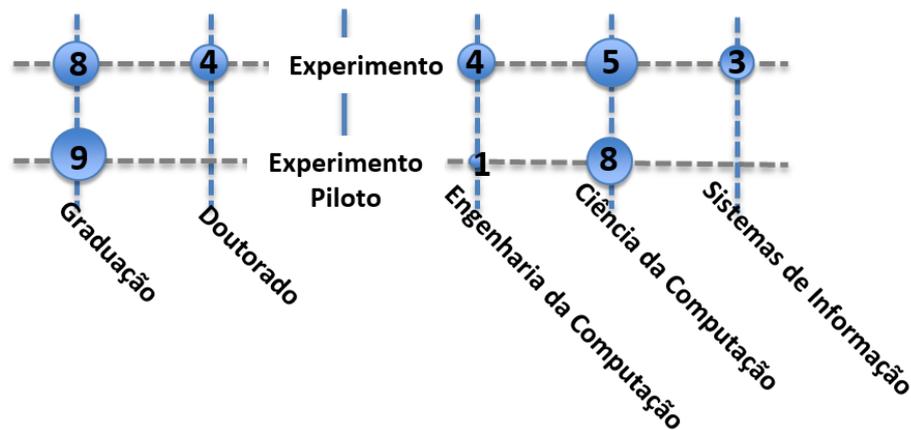
A segunda fase consistiu na formação dos alunos participantes sobre a abordagem MABUP. A ferramenta *Activiti Designer* juntamente com a utilização dos elementos estendidos e a ferramenta *Activiti Explorer* utilizada na automação dos processos, totalizando 6 horas. Em seguida, foi conduzido um pré-experimento, com total de 2 horas para proporcionar a chance de se familiarizar com as etapas de abordagem MABUP e com a utilização das ferramentas. Finalmente, o experimento foi executado.

Foi apresentada a especificação de negócios para os participantes. O objeto de estudo foi o processo de negócios o 'ZNN.com' (Apêndice G), um estudo de caso explorado na comunidade de sistemas adaptativos (LUCKEY et al., 2011; TAMURA et al., 2013) que sofreram pequenos ajustes para os conceitos de modelagem de processos autônomicos. Após o experimento, os participantes responderam um questionário de pós-experimento (Apêndice I). A análise do estudo compara os dados coletados de do experimento piloto com este experimento para ver se as hipóteses nulas podem ser rejeitadas.

4.6.3 Participantes

No início do experimento, os participantes responderam ao questionário (Apêndice F) sobre seus perfis e experiência com modelagem e ferramentas de processos autônomicos a fim de reduzir o impacto do fator experiência no experimento. A figura 37 mostra a distribuição do grupo de acordo com a sua experiência acadêmica.

Figura 37. Graus do participantes e formação acadêmica do experimento.

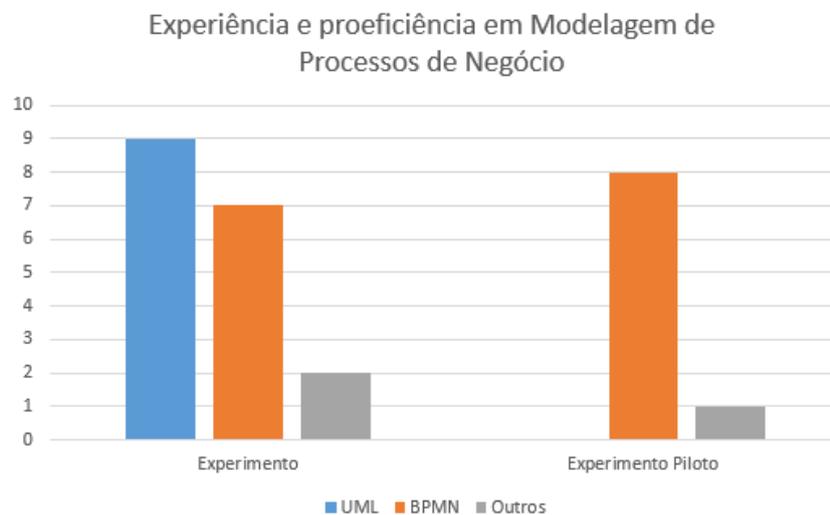


Fonte: (AUTOR, 2015).

No experimento piloto só participaram alunos de graduação e no experimento tiveram alunos tanto de graduação quanto de doutorado. Lembrando que ambos cursavam a disciplina de engenharia de requisitos, mas em períodos diferentes.

Em relação com a experiência de modelagem de negócios, a maioria dos participantes do experimento piloto respondeu que já tinha experiência com BPMN.

Figura 38. Experiência e proficiência em Modelagem de Processos de Negócio.



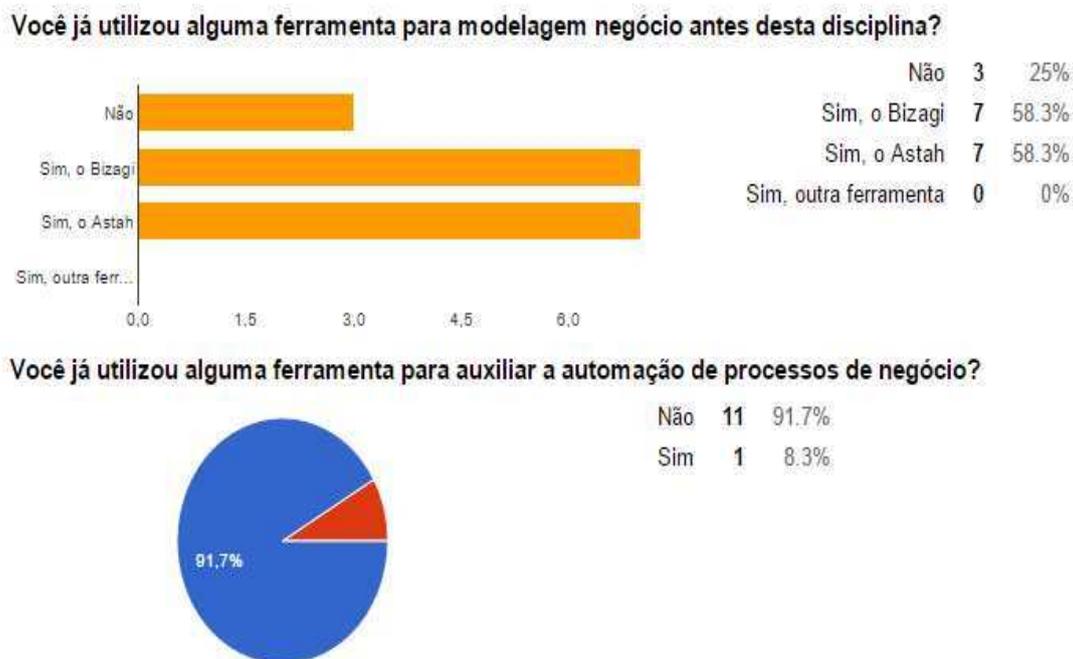
Fonte: (AUTOR, 2015).

No experimento os participantes tinham experiência de modelagem em BPMN e UML, conforme resumido na Figura 38.

Em relação ao uso de ferramentas para modelagem negócio e automação de processos de negócio, parte dos participantes do experimento já tinham usado

ferramentas para modelagens de processos de negócio, mas a maioria não tinha usado nenhuma ferramenta para automação de processos, conforme apresentado na Figura 39.

Figura 39. Uso de ferramentas para modelagem negócio e automação de processos de negócio.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Depois os participantes tiveram treinamento de noções de modelagem de processos, BPMN, RNF e Contextualização para equilibrar o conhecimento dos mesmos. Em seguida eles foram solicitados para que preparassem e apresentassem oralmente um projeto de modelagem de negócios com todos esses conceitos com base em uma descrição do negócio para avaliar se eles estavam prontos para realizar o experimento. Foi determinado um limite de 70% de acerto para admitir um sujeito nos próximos passos do experimento, como por exemplo, problemas na execução do experimento (envio de arquivos corrompidos) ou caso o participante não estivesse presente em todos os treinamentos, seus resultados eram descartados do experimento. No final, tivemos 12 aptos para o experimento.

4.6.4 Resultados

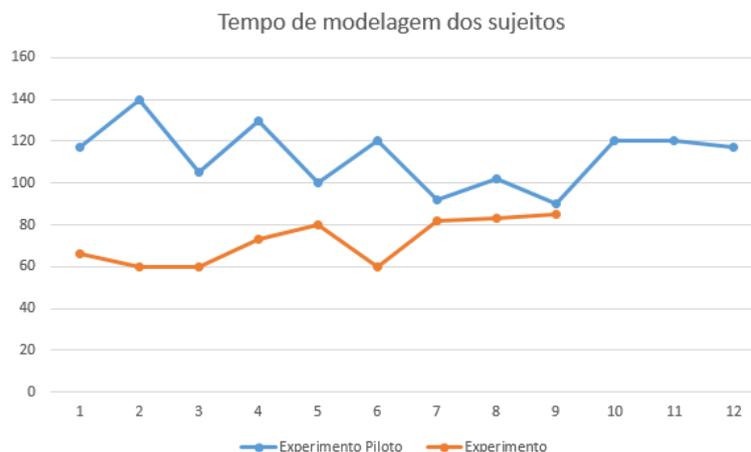
Nesta seção, é apresentado a análise dos dados coletados durante o experimento para cada grupo. Em todo caso, queremos recusar hipóteses nulas.

Tempo de modelagem

- TDM — Tempo de modelagem (*horas e minutos - hh:mm*)

Para verificar o tempo de modelagem os participantes informaram o tempo de execução a atividade de modelagem. O tempo médio de cada grupo no experimento foi de: 77.5 minutos dos participantes do experimento piloto e 117 minutos desse experimento. A Figura 40 apresenta a distribuição da variável em ambos os grupos.

Figura 40. Distribuição do tempo de modelagem dos dois grupos.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Houve um grande aumento no tempo médio de modelagem dos participantes ao utilizar os elementos estendidos com as propriedades e em seguida colocar os modelos em produção, ou seja, fazer a automação dos modelos no *Activiti Explorer*, isso requer mais tempo de modelagem pois os modelos ao serem colocados em produção são analisados e caso tenha alguma falha parte da modelagem tem que ser refeita, ou seja toda essa preocupação aumentou o tempo de modelagem, visto que no experimento anterior os participantes apenas faziam a modelagem no *Activiti Designer* mas não colocavam os modelos em produção.

Modelagem de Características Autônomicas

- MDCA —Os elementos estendidos auxiliam na modelagem de características autônomicas (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)

Os resultados obtidos do questionário de pós-experimento com relação a modelagem de características autônomicas utilizando os elementos estendidos nos experimentos estão representados na Tabela 8 e graficamente na Figura 41. Para facilitar o entendimento dos dados foi atribuída escala ordinal, como segue: Concordo totalmente; Concordo; Indiferente; Discordo; Discordo totalmente.

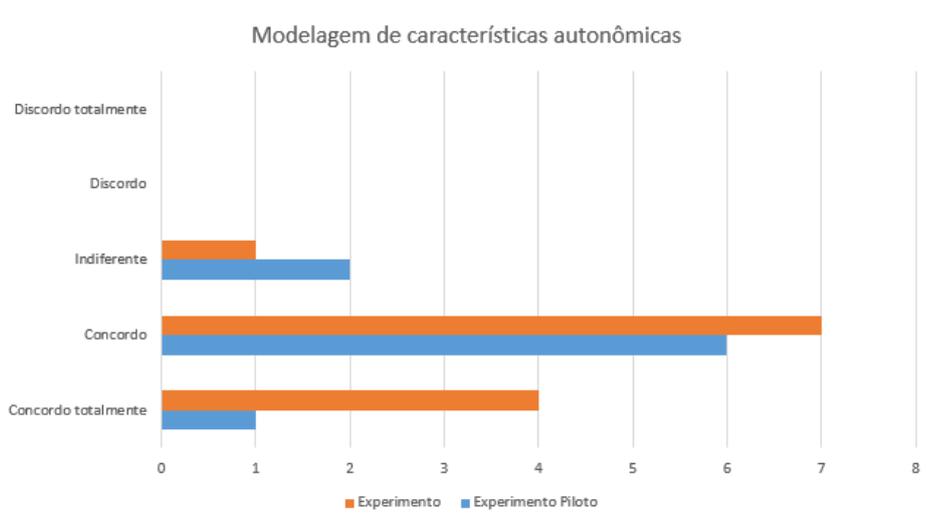
Tabela 8. Modelagem de características autonômicas nos experimentos.

Os elementos estendidos (Variation Point, Context Event, Operacional Task, Monitored Task e Critical Activiti) auxiliaram na modelagem de características autonômicas de processos autonômicos?						
	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente	Total
Experimento Piloto	1	6	2	0	0	9
Experimento	4	7	1	0	0	12

Fonte: (AUTOR, 2015).

A intenção de comparar a modelagem de características autonômicas era para analisar se a inclusão das propriedades e da autonomia dos modelos iria aumentar o auxílio dos elementos estendidos na modelagem de processos autonômicos.

Figura 41. Modelagem de características autonômicas.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Sobre a modelagem de características autonômicas no experimento piloto 67% concordaram que a utilização de elementos estendidos auxiliara na modelagem de características autonômicas, enquanto que 58% concordaram elementos estendidos auxiliaram na modelagem de características autonômicas, o que a princípio indicaria uma redução no auxílio dos elementos estendidos na modelagem de características autonômicas. Apenas 11% dos participantes do experimento piloto concordou totalmente que os elementos estendidos auxiliaram modelagem de características autonômicas enquanto 34% concordaram totalmente que os elementos estendidos auxiliaram

modelagem de características autonômicas. O número de participantes que reportaram indiferença também foi maior no experimento piloto de 22% enquanto no experimento foi de 8%.

Compreensão da abordagem MABUP

- CDM —Os elementos estendidos auxiliam na compreensão da abordagem MABUP (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)

Os resultados obtidos do questionário de pós-experimento com relação a análise do auxílio dos elementos estendidos com a compreensão da abordagem MABUP dos dois experimentos estão representados na Tabela 9 e graficamente na Figura 42. Para facilitar o entendimento dos dados foi atribuída escala ordinal, como segue: Concordo totalmente; Concordo; Indiferente; Discordo; Discordo totalmente.

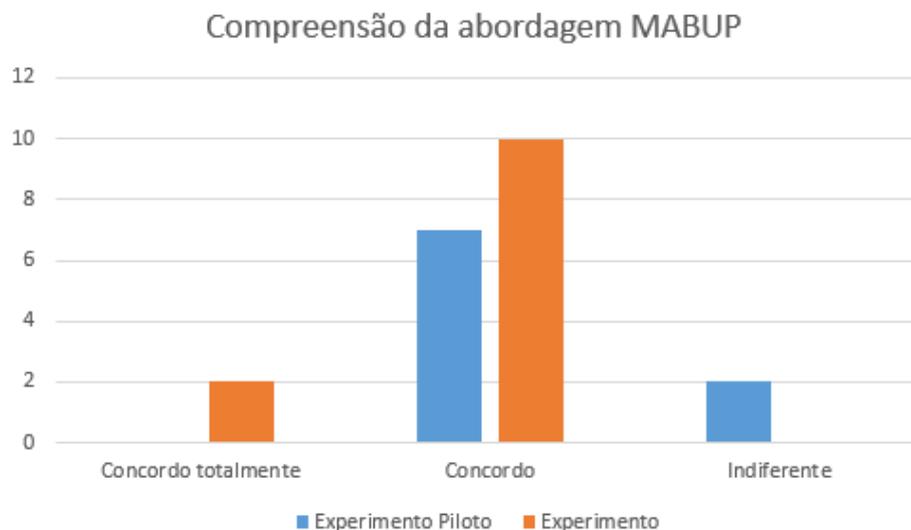
Tabela 9. Compreensão da abordagem MABUP.

Os elementos estendidos (Variation Point, Context Event, Operacional Task, Monitored Task, Critical Activiti) auxiliam na compreensão da abordagem MABUP?					
	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Experimento Piloto	0	7	2	0	0
Experimento	2	10	0	0	0

Fonte: (AUTOR, 2015).

A intenção de comparar a modelagem de características autonômicas era para analisar se a inclusão das propriedades e autonomia dos modelos iria aumentar a compreensão dos participantes sobre a abordagem MABUP.

Figura 42. Compreensão da abordagem MABUP utilizando elementos estendidos.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados do experimento piloto apontaram que 78% dos participantes concordaram que os elementos estendidos auxiliaram na compreensão da abordagem MABUP, enquanto 22% dos participantes acharam indiferente o uso dos elementos estendidos para a compreensão da abordagem MABUP. O que já era uma grande parcela dos envolvidos neste experimento concordando que os elementos estendidos auxiliaram na compreensão da abordagem MABUP aumentou no experimento sendo 83% que concordaram que os elementos estendidos auxiliaram na compreensão da abordagem MABUP e 17% que concordaram totalmente que os elementos estendidos auxiliaram na compreensão da abordagem MABUP. Permitindo chegar à conclusão que os participantes perceberam o potencial de automação da abordagem MABUP que através dos elementos estendidos eles foram úteis na automação dos modelos pode ter aumentado o entendimento da importância dos elementos estendidos e suas propriedades para a abordagem MABUP.

Facilidade dos elementos estendidos

- Atividade Crítica — Quão fácil foi entender o elemento estendido Atividade Crítica? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)
 - Quão fácil foi entender a propriedade "Descrição" da Critical Activity? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)

Os resultados obtidos do questionário de pós-experimento com relação a facilidade de entendimento do elemento Atividade Crítica dos dois experimentos e sua propriedade,

apenas no experimento, estão representados na Tabela 10 e graficamente na Figura 43. Para facilitar o entendimento dos dados foi atribuída escala ordinal, como segue: Muito fácil; Fácil; Indiferente; Difícil; Muito difícil.

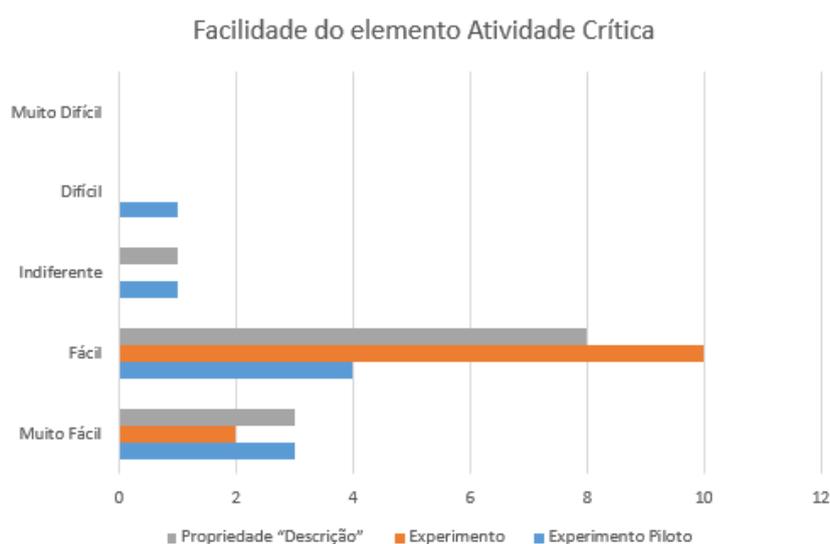
Tabela 10. Resultados da facilidade do elemento estendido Atividade Crítica.

Facilidade do elemento Atividade Crítica						
	Muito fácil	Fácil	Indiferente	Difícil	Muito difícil	Total
Experimento Piloto	3	4	1	1	0	9
Experimento	2	10	0	0	0	12
Propriedade "Descrição"	3	8	1	0	0	12

Fonte: (AUTOR, 2015).

O elemento Atividade Crítica foi novamente avaliado com o propósito de identificar dificuldades em sua compreensão para que seus conceitos, propriedades e até mesmo a forma de explicar o seu funcionamento e novos exemplos foram usados em atividades durante o experimento para melhorar o a compreensão desse elemento juntamente com a sua principal propriedade, a descrição, agora essencial para a automação dos processos da abordagem MABUP.

Figura 43. Representação da facilidade do elemento Atividade Crítica.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados do experimento piloto apontaram que 45% dos participantes acharam Atividade Crítica muito fácil de entender e 33% fácil de entender e apenas 11%,

equivalente a um sujeito achou difícil de entender a Atividade Crítica, o que já era uma taxa de aceitação boa, se tornou ainda melhor, pois no experimento 83% dos participantes acharam fácil de entender o elemento Atividade Crítica e 17% muito fácil, ou seja a facilidade do elemento que já era alta aumentou de um experimento para o outro. Em relação a propriedade “Descrição” 67% dos participantes acharam fácil de entender.

- Atividade Monitorada — Quão fácil foi entender o elemento estendido Atividade Monitorada? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)
 - Quão fácil foi entender a propriedade "IdOrganizacional" do elemento Monitored Task? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)
 - Quão fácil foi entender a propriedade "IdCriticalActiviti" do elemento Monitored Task? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)
 - Quão fácil foi entender a propriedade "Descrição" do elemento Monitored Task? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)

Os resultados obtidos do questionário de pós-experimento com relação a facilidade de entendimento do elemento Atividade Monitorada dos dois experimentos e sua propriedade, apenas no experimento, estão representados na Tabela 11 e graficamente na Figura 44. Para facilitar o entendimento dos dados foi atribuída escala ordinal, como segue: Muito fácil; Fácil; Indiferente; Difícil; Muito difícil.

Tabela 11. Resultados da facilidade do elemento estendido Atividade Monitorada.

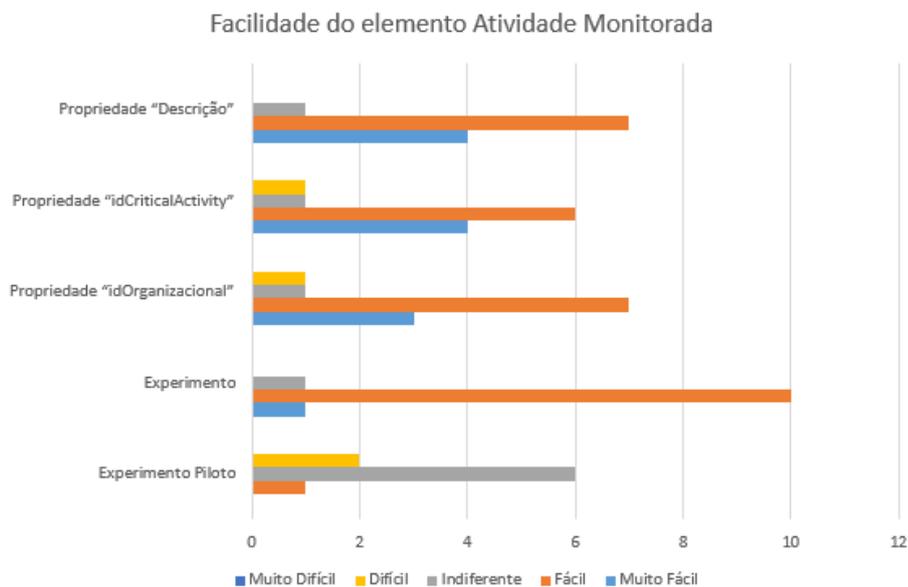
Facilidade do elemento Atividade Monitorada					
	Muito Fácil	Fácil	Indiferente	Difícil	Muito Difícil
Experimento Piloto	0	1	6	2	0
Experimento	1	10	1	0	0
Propriedade “idOrganizacional”	3	7	1	1	0
Propriedade “idCriticalActivity”	4	6	1	1	0
Propriedade “Descrição”	4	7	1	0	0

Fonte: (AUTOR, 2015).

O elemento Atividade Monitorada foi novamente avaliado com o propósito de identificar dificuldades em sua compreensão para que seus conceitos, propriedades e até

mesmo a forma de explicar o seu funcionamento, uma vez que no primeiro experimento o entendimento do elemento foi considerado baixo. Na prática da ferramenta foi proporcionado mais ênfase no funcionamento da Atividade Monitorada e como é seu uso.

Figura 44. Representação da facilidade do elemento Atividade Monitorada.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados do experimento piloto apontaram que o elemento mais difícil de entender foi a Atividade Monitorada, com uma taxa alta de participantes que ficaram indecisos ao responderem 67% e 22% que acharam difícil, somente 11% dos participantes reportaram ser fácil de entender a Atividade Monitorada. Com uma melhor explicação e outros exemplos que enfatizavam a importância e o funcionamento da Atividade Monitorada os resultados agora foram muito superiores no experimento onde os 83% dos participantes apontaram ser fácil entender a Atividade Monitorada uma diferença de 70% de um experimento para o outro. Em relação as propriedades “Descrição”, “idOrganizacional” e “idCriticalActivity” pelo menos 50% dos participantes acharam fácil de entender e 25% muito fácil de entender.

- Ponto de Variação — Quão fácil foi entender o elemento estendido Ponto de Variação? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)
 - Quão fácil foi entender a propriedade "IdTechnological" do elemento Variation Point? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)
 - Quão fácil foi entender a propriedade "IdMonitoredTask" do elemento Variation Point? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)

- Quão fácil foi entender a propriedade "ANS" do elemento Variation Point? (*Muito fácil* / *Fácil* / *Indiferente* / *Difícil* / *Muito difícil*)

Os resultados obtidos do questionário de pós-experimento com relação à facilidade de entendimento do elemento Ponto de Variação dos dois experimentos e sua propriedade, apenas no experimento, estão representados na Tabela 12 e graficamente na Figura 45. Para facilitar o entendimento dos dados foi atribuída escala ordinal, como segue: Muito fácil; Fácil; Indiferente; Difícil; Muito difícil.

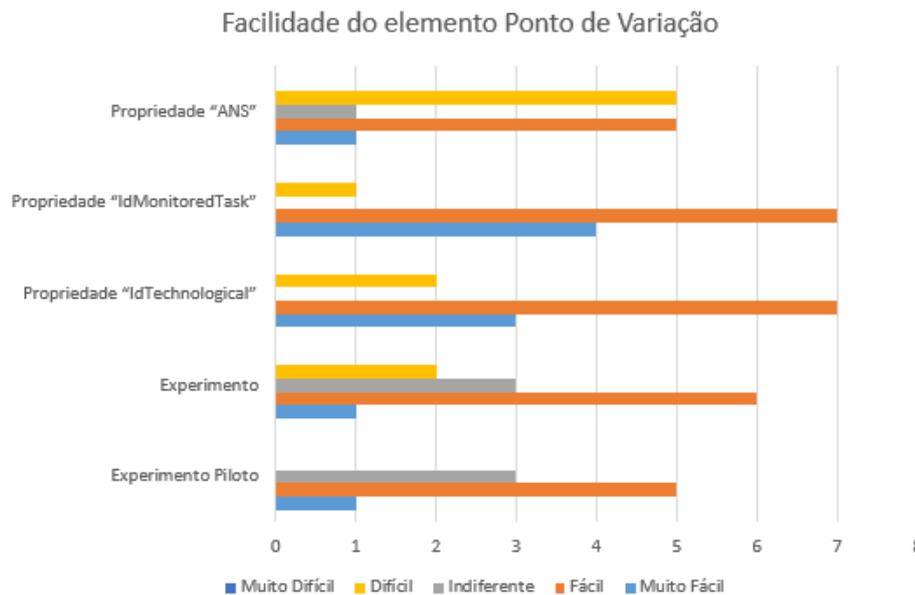
Tabela 12. Resultados da facilidade do elemento estendido Ponto de Variação.

Facilidade do elemento Ponto de Variação					
	Muito Fácil	Fácil	Indiferente	Difícil	Muito Difícil
Experimento Piloto	1	5	3	0	0
Experimento	1	6	3	2	0
Propriedade "IdTechnological"	3	7	0	2	0
Propriedade "IdMonitoredTask"	4	7	0	1	0
Propriedade "ANS"	1	5	1	5	0

Fonte: (AUTOR, 2015).

O elemento Ponto de Variação foi novamente avaliado, como no último experimento e como as propriedades iriam ter impacto negativo na dificuldade do entendimento do elemento.

Figura 45. Representação da facilidade do elemento Atividade Monitorada.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados indicam que pelo menos 50% dos participantes de cada experimento considera o elemento Ponto de Variação como fácil de entender. Em relação as propriedades "IdTechnological" e "IdMonitoredTask" 58% dos participantes acharam fácil de entender. A propriedade "ANS" teve resultados muito equilibrados dificultando as conclusões com 42% dos participantes reportando ser fácil e difícil de entender, por isso seu resultado será descartado desse estudo.

- Evento de Contexto — Quão fácil foi entender o elemento estendido Evento de Contexto? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)
 - Quão fácil foi entender a propriedade "IdVariationPoint" do elemento Context Event? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)
 - Quão fácil foi entender a propriedade "Descrição" do elemento Context Event? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)
 - Quão fácil foi entender a propriedade "NFRNegativeInfluence" do elemento Context Event? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)

Os resultados obtidos do questionário de pós experimento com relação a facilidade de entendimento do elemento Evento de Contexto dos dois experimentos e sua propriedade, apenas no experimento, estão representados na Tabela 13 e graficamente na Figura 46. Para facilitar o entendimento dos dados foi atribuída escala ordinal, como segue: Muito fácil; Fácil; Indiferente; Difícil; Muito difícil.

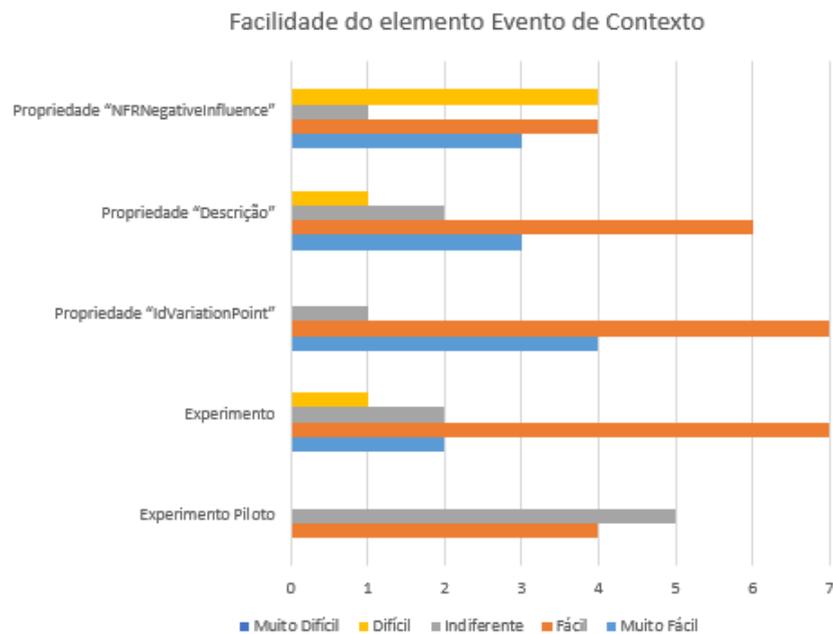
Tabela 13. Resultados da facilidade do elemento estendido Evento de Contexto.

Facilidade do elemento Evento de Contexto					
	Muito Fácil	Fácil	Indiferente	Difícil	Muito Difícil
Experimento Piloto	0	4	5	0	0
Experimento	2	7	2	1	0
Propriedade “IdVariationPoint”	4	7	1	0	0
Propriedade “Descrição”	3	6	2	1	0
Propriedade “NFRNegativeInfluence”	3	4	1	4	0

Fonte: (AUTOR, 2015).

O elemento Evento de Contexto foi novamente analisado para obter mais conclusões a respeito de seu entendimento, pois no experimento piloto mais da metade dos participantes tinham reportado indiferença na facilidade de entender esse elemento. No experimento foi avaliado se as propriedades juntamente com a ferramenta de automação iriam ter impacto positivo na facilidade de entender o elemento.

Figura 46. Representação da facilidade do elemento Evento de Contexto



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados do experimento piloto não auxiliaram a definir se o elemento Evento de Contexto era fácil de entender, pois 56% dos participantes reportaram indiferença na facilidade de entender embora a outra metade, 44% reportaram facilidade. No experimento a taxa dos indiferentes caiu para 17% igualando os participantes que reportaram ser muito fácil entender o Evento de Contexto. Embora, e 56% dos participantes afirmaram ser fácil de entender o elemento Evento de Contexto, não foi observado um aumento tão significativo, mas uma melhorada a taxa em mais de 10%. Em relação as propriedades "Descrição" e "IdVariationPoint" mais de 50% dos participantes reportaram ser fácil de entender e pelo menos 25% reportaram ser muito fácil de entender as propriedades. Enquanto a propriedade "NFRNegativeInfluence" teve resultados pouco conclusivos pois 33% relataram ser difícil entender e 34% fácil de entender. Porém 25% dos participantes reportaram ser muito fácil de entender.

- Atividade Operacional — Quão fácil foi entender o elemento estendido Atividade Operacional? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)
 - Quão fácil foi entender a propriedade "IdContextEvent" do elemento Operational Task? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)
 - Quão fácil foi entender a propriedade "Descrição" do elemento Operational Task? (*Muito fácil | Fácil | Indiferente | Difícil | Muito difícil*)

- Quão fácil foi entender a propriedade "NFRPositiveInfluence" do elemento Operational Task? (*Muito fácil* / *Fácil* / *Indiferente* / *Difícil* / *Muito difícil*)

Os resultados obtidos do questionário de pós-experimento com relação a facilidade de entendimento do elemento Atividade Operacional dos dois experimentos e sua propriedade, apenas no experimento, estão representados na Tabela 14 e graficamente na Figura 47.

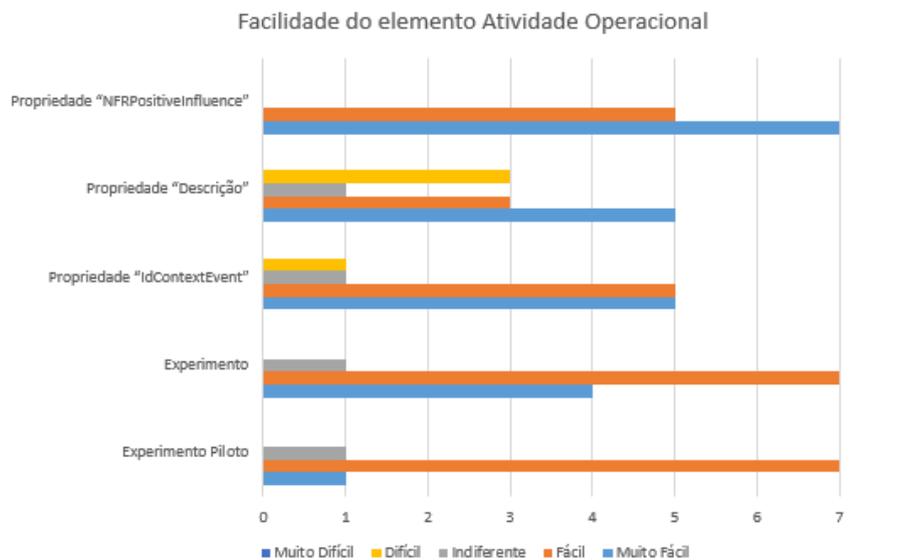
Tabela 14. Resultados da facilidade do elemento estendido Atividade Operacional.

Facilidade do elemento Atividade Operacional					
	Muito Fácil	Fácil	Indiferente	Difícil	Muito Difícil
Experimento Piloto	1	7	1	0	0
Experimento	4	7	1	0	0
Propriedade "IdContextEvent"	5	5	1	1	0
Propriedade "Descrição"	5	3	1	3	0
Propriedade "NFRPositiveInfluence"	7	5	0	0	0

Fonte: (AUTOR, 2015).

O elemento Atividade Operacional foi novamente avaliado para detectar se os seus conceitos eram bem avaliados como no último experimento e se as propriedades iriam ter impacto negativo na dificuldade do entendimento do elemento.

Figura 47. Representação da facilidade do elemento Atividade Operacional.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados dos dois experimentos foram bastante semelhantes. Embora no experimento piloto 78% dos participantes tenham reportado ser fácil de entender, 11% reportaram ser muito fácil de entender, proporção que foi aumentada no experimento para 34%, enquanto que 58% dos participantes reportaram ser fácil de entender o elemento Atividade Operacional.

Em relação as propriedades “Descrição” e “NFRNegativeInfluence” 42% dos participantes reportaram ser fácil de entender e pelo menos 25% reportaram ser muito fácil de entender as propriedades. Enquanto na propriedade “IdVariationPoint” 58% dos participantes relataram ser muito fácil de entender e o restante, 42% fácil de entender.

Utilidade dos elementos estendidos

- Atividade Crítica — O elemento estendido Atividade Crítica foi útil na modelagem do exercício? (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)
- Atividade Monitorada — O elemento estendido Atividade Monitorada foi útil na modelagem do exercício? (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)
- Ponto de Variação — O elemento estendido Ponto de Variação foi útil na modelagem do exercício? (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)
- Evento de Contexto — O elemento estendido Evento de Contexto foi útil na modelagem do exercício? (*Concordo totalmente / Concordo / Nem concordo nem discordo / Discordo / Discordo totalmente*)

- Atividade Operacional — O elemento estendido Atividade Operacional foi útil na modelagem do exercício? (*Concordo totalmente* / *Concordo* / *Nem concordo nem discordo* / *Discordo* / *Discordo totalmente*)

Os resultados obtidos do questionário de pós-experimento com relação a utilidade dos elementos estendidos estão representados Tabela 15 e representados graficamente separado pelos elementos, para facilitar o entendimento das comparações.

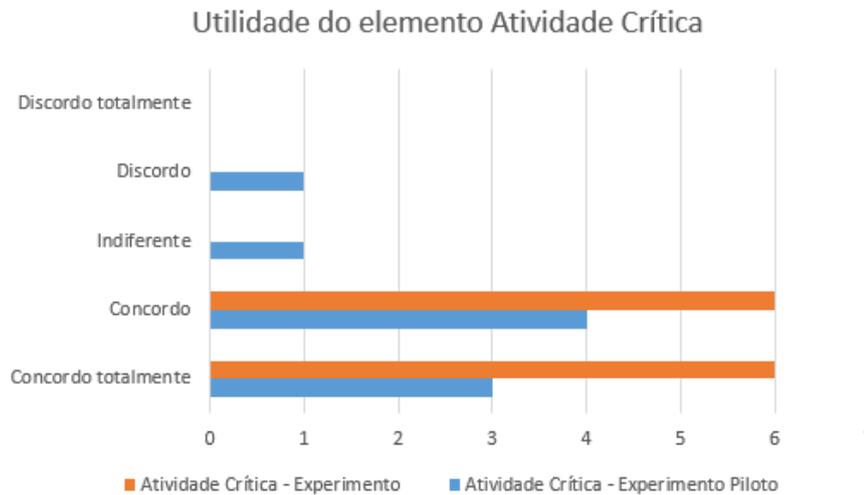
Tabela 15 - Resultados dos experimentos sobre a utilidade dos elementos estendidos.

Utilidade dos elementos estendidos					
	Concordo totalmente	Concordo	Indiferente	Discordo	Discordo totalmente
Atividade Crítica - Experimento Piloto	3	4	1	1	0
Atividade Crítica - Experimento	6	6	0	0	0
Atividade Monitorada - Experimento Piloto	0	1	6	2	0
Atividade Monitorada	2	10	0	0	0
Ponto de Variação - Experimento Piloto	1	5	3	0	0
Ponto de Variação		11	1	0	0
Evento de Contexto - Experimento Piloto	0	4	5	0	0
Evento de Contexto	2	9	0	1	0
Atividade Operacional - Experimento Piloto	1	7	1	0	0
Atividade Operacional	3	9	0	0	0

Fonte: (AUTOR, 2015).

Todos os elementos estendidos foram avaliados com o propósito de identificar dificuldades em sua utilização para que seus conceitos, propriedades e até mesmo a forma de explicar o seu funcionamento fossem melhorados. Em trabalhos futuros eles poderiam ser reavaliados e obter em um grau maior de utilização dos mesmos.

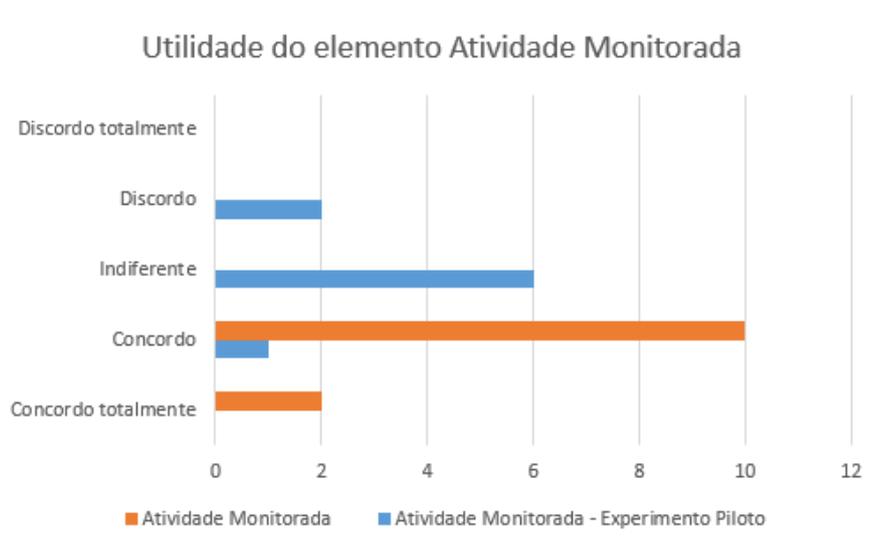
Figura 48. Utilização do elemento Atividade Crítica nos experimentos.



Fonte : (AUTOR, 2015).

Os resultados do experimento piloto apontaram que o elemento mais utilizado foi Atividade Crítica com 45% dos participantes afirmando que o elemento foi útil na modelagem do exercício e 33% muito útil. No experimento final o desempenho melhorou para 50% de elementos que concordaram e concordaram totalmente que o elemento Atividade Crítica foi útil na modelagem do exercício.

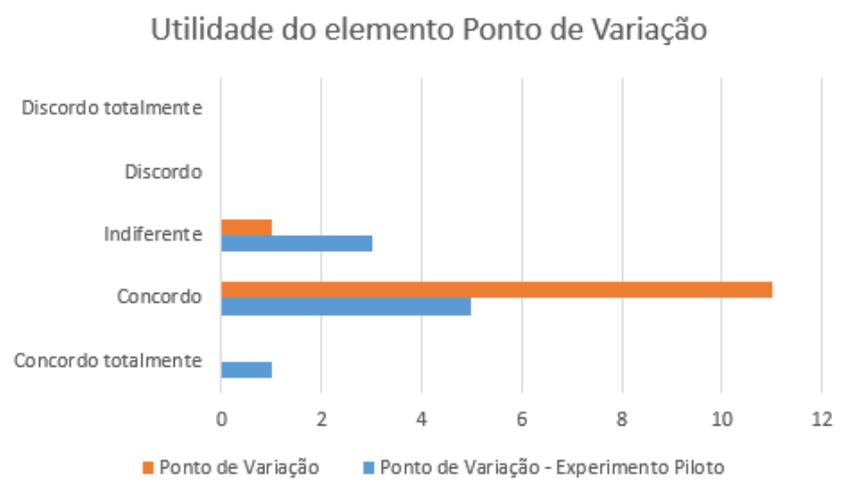
Figura 49. Utilização do elemento Atividade Monitorada nos experimentos.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados do experimento piloto apontaram que o elemento menos utilizado foi Atividade Monitorada com apenas 11% dos participantes concordando que o elemento foi útil na modelagem do exercício e 22% discordando. No experimento final a taxa aumentou bastante chegando a 83% dos participantes concordando que o elemento foi útil na modelagem do exercício e 17% muito útil.

Figura 50. Utilização do elemento Ponto de Variação nos experimentos.

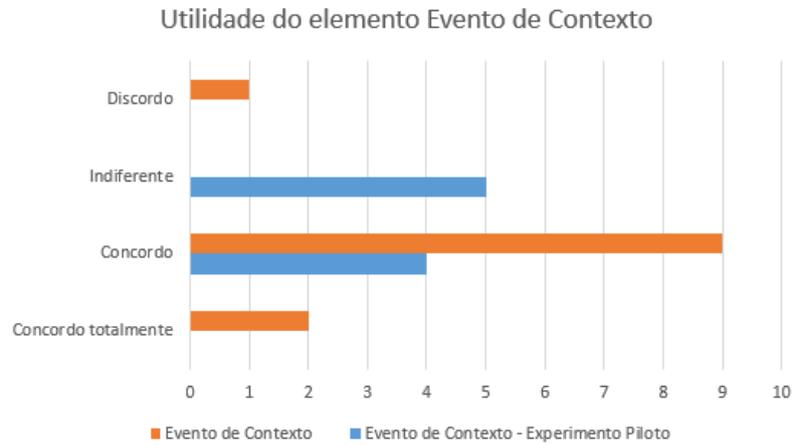


Fonte: (AUTOR, 2015).

Enquanto no experimento piloto 56% dos participantes concordaram que o Ponto de Variação foi útil na modelagem do exercício e 22% foram indiferentes ou concordaram totalmente que o elemento Ponto de Variação foi útil no exercício. No experimento final 92% dos participantes concordaram elemento Ponto de Variação foi útil no exercício e

um participante, representando 8% foi indiferente quanto a utilidade do Ponto de Variação.

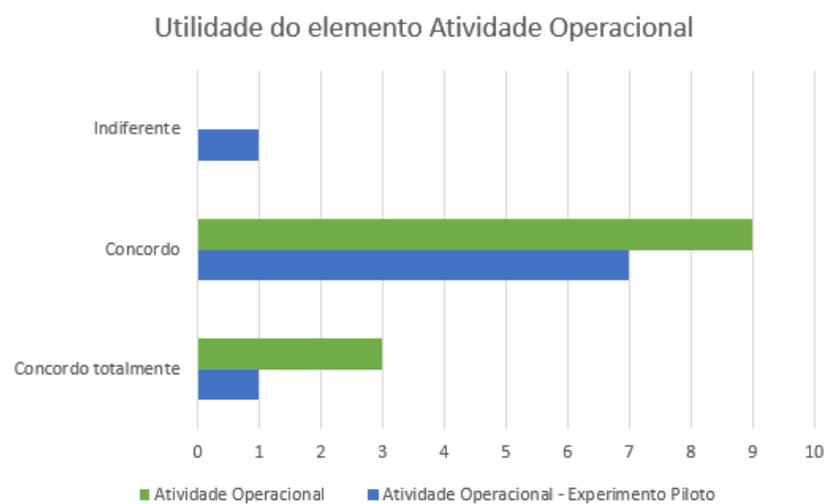
Figura 51. Utilização do elemento Evento de Contexto nos experimentos.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados da utilização do elemento Evento de Contexto no primeiro experimento não foram tão conclusivos, pois 56% dos participantes reportaram indiferença na utilização do elemento Evento de Contexto no exercício enquanto 44% concordaram em sua utilização. No novo experimento os participantes que concordaram foram 75% contra 8% que discordaram e 17% que concordaram totalmente na utilização do elemento no exercício.

Figura 52. Utilização do elemento Atividade Operacional nos experimentos.



Fonte: (AUTOR, 2015).

No experimento piloto o elemento Atividade Operacional foi um dos mais utilizados segundo os participantes, o que se repetiu no novo experimento. As taxas foram bem parecidas 78% dos participantes do experimento piloto concordando que o elemento foi útil na modelagem do exercício e 75% também concordando no experimento, enquanto que 25% concordaram totalmente no experimento contra 11% no experimento piloto, somado de 11% de participantes que foram indiferentes.

Associação dos elementos estendidos

- Atividade Crítica —*Critical Activity* é um elemento utilizado para representar a criticidade para o negócio. Analise o elemento em relação ao seu formato (retangular, semelhante à de outras tarefas) e ao ícone (um triângulo com uma exclamação) (*Associação Imediata / Associação Lógica / Sem associação*)
- Atividade Monitorada —*Monitored Task* é tipo especial de Tarefa que fornece a característica autonômica necessária de garantida e para que atributos de qualidade. Analise o elemento em relação ao seu formato (retangular, semelhante à de outras tarefas) e ao ícone (um computador) (*Associação Imediata / Associação Lógica / Sem associação*)
- Ponto de Variação —*Variation Point* é tipo especial de gateway de evento com a semântica de indicar a variabilidade de desvio de um atributo de qualidade de acordo com um determinado contexto. Analise o elemento em relação ao seu formato (losango, semelhante a um gateway) e ao ícone (um losango preenchido) (*Associação Imediata / Associação Lógica / Sem associação*)
- Evento de Contexto —*Context Event* é um tipo especial de evento onde são inseridas as expressões de contexto que caso sejam atendidas vão ser operacionalizadas. Analise o elemento em relação ao seu formato (oval, semelhante a outros eventos) e ao ícone (um círculo preenchido) (*Associação Imediata / Associação Lógica / Sem associação*)
- Atividade Operacional —*Operational Task* é tipo um especial de tarefa que implementa as adaptações autonômicas no sistema afim de garantir os atributos de qualidades definidos na modelagem. Analise o elemento em relação ao seu formato (retangular, semelhante a de outras tarefas) e ao ícone (a letra O) (*Associação Imediata / Associação Lógica / Sem associação*)

Os resultados obtidos do questionário de pós-experimento com relação ao entendimento dos elementos estendidos estão representados na Tabela 16 e graficamente na Figura 53.

Tabela 16. Resultados da associação dos elementos estendidos.

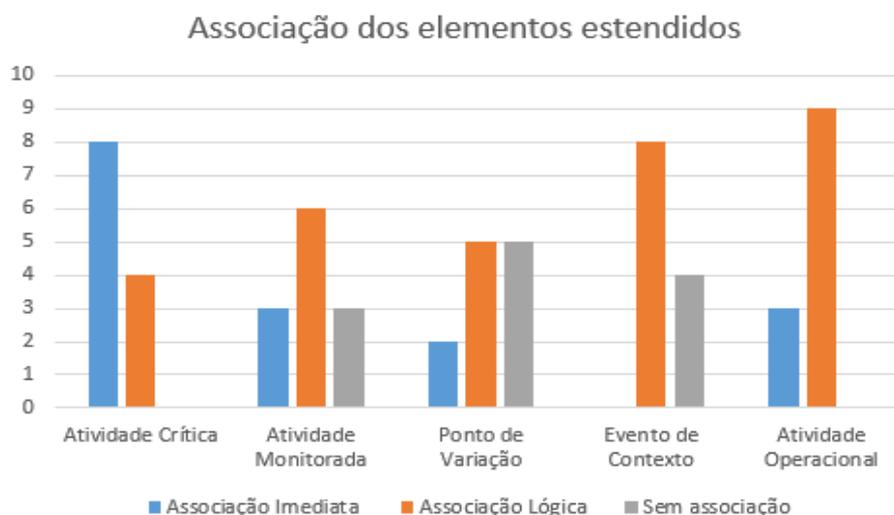
Associação dos elementos estendidos			
	Associação Imediata	Associação Lógica	Sem associação

Atividade Crítica	8	4	0
Atividade Monitorada	3	6	3
Ponto de Variação	2	5	5
Evento de Contexto	0	8	4
Atividade Operacional	3	9	0

Fonte: (AUTOR, 2015).

Todos os elementos estendidos foram avaliados com o propósito de identificar dificuldades em sua compreensão para que seus conceitos, propriedades e até mesmo a forma de explicar o seu funcionamento, no caso da associação é um fator importante na compreensão e entendimento dos elementos, pois quando mais relacionado os conceitos do elemento com sua representação gráfica melhor para o entendimento do usuário sobre aquele conceito que o elemento está representando (MOODY, 2009), a intenção é de analisar nesse experimento para que a sua representação seja melhorada em trabalhos futuros, pois não foi feito um estudo preliminar sobre a representação adequada dos elementos.

Figura 53. Representação da associação dos elementos estendidos.



Fonte: (AUTOR, 2015).

Os resultados do experimento apontaram que o elemento Atividade Crítica teve a melhor avaliação no quesito associação imediata, pois 67% dos participantes afirmaram isso e os 33% restantes avaliaram que o elemento tinha associação lógica. O elemento

Atividade Monitorada foi avaliada por 50% dos participantes como tendo uma associação lógica entre a sua representação e seus conceitos os outros 50% foram divididos em associação imediata e sem associação. Os resultados do elemento Ponto de Variação não foram tão conclusivos, pois 42% dos participantes reportaram não ter nenhuma associação entre os conceitos e os elementos quanto 41% dos participantes afirmaram ter associação lógica e 17% associação imediata. No evento de contexto 67% dos participantes afirmaram ter associação lógica entre os conceitos e 33% que não tinha associação entre esses conceitos. Por fim o elemento que teve mais associação lógica, a Atividade Operacional como 75% dos participantes avaliando esse quesito e 25% como associação imediata.

4.7 Discussão do Experimento

O experimento teve o objetivo de verificar os pontos observados na Seção 3 sobre a ferramenta MABUPTool, dando ênfase na comparação dos resultados do experimento piloto que avaliou a extensão de elementos BPMN para adquirir características autonômicas presentes na abordagem MABUP, somado as propriedades adicionadas nesses elementos que por sua vez foram utilizados automação dos processos modelados. Os participantes ao modelarem o estudo de caso e responderem o questionário pós-experimentos foram avaliados em relação ao o tempo de modelagem, modelagem de características autonômicas, compreensão da abordagem MABUP e a relação da associação dos conceitos, entendimento e usabilidade dos elementos estendidos e suas propriedades.

Os resultados do experimento piloto apontaram que 78% dos participantes concordaram que os elementos estendidos auxiliaram na compreensão da abordagem MABUP, enquanto 22% dos participantes acharam indiferente o uso dos elementos estendidos para a compreensão da abordagem MABUP. A parcela dos envolvidos neste experimento concordando que os elementos estendidos auxiliaram na compreensão da abordagem MABUP aumentou no experimento sendo 83% que concordaram que os elementos estendidos auxiliaram na compreensão da abordagem MABUP e 17% que concordaram totalmente tendidos auxiliaram na compreensão da abordagem MABUP. Possibilitando a conclusão que mais uma vez que os participantes perceberam o potencial de automação da abordagem MABUP. Através dos elementos estendidos foi possível a

automação dos modelos, aumentando o entendimento da importância dos elementos estendidos e suas propriedades para a abordagem MABUP.

Sobre a modelagem de características autonômicas no experimento piloto, 67% concordaram que a utilização de elementos estendidos auxiliou na modelagem de características autonômicas, enquanto que no novo experimento 58% concordaram elementos estendidos auxiliaram na modelagem de características autonômicas. A princípio indicaria uma redução no auxílio dos elementos estendidos na modelagem de características autonômicas, mas apenas 11% dos participantes do experimento piloto concordaram totalmente que os elementos estendidos auxiliaram modelagem de características autonômicas enquanto 34% concordaram totalmente que os elementos estendidos auxiliaram modelagem de características autonômicas.

Analisando tempo de modelagem, houve um aumento no tempo médio de modelagem dos participantes ao utilizar os elementos estendidos com as propriedades e em seguida introduzir os modelos em produção, ou seja, fazer a automação dos modelos no *Activiti Explorer*, pois isso requer mais tempo de modelagem, já que os modelos ao serem colocados em produção são analisados e caso tenha alguma falha na parte da modelagem, ela tem que ser refeita. Portanto, toda essa preocupação aumentou o tempo de modelagem, visto que no experimento anterior os participantes apenas faziam a modelagem no *Activiti Explorer*, mas não colocavam os modelos em produção.

Portanto, é possível concluir que os resultados obtidos são promissores uma vez que os dados iniciais indicam que a adoção dos elementos estendidos potencializa o auxílio da compreensão da abordagem MABUP e auxiliam na modelagem de processos autonômicos, embora aumente o tempo de modelagem dos participantes. Mas entende-se que isso é um benefício válido.

Entretanto, deve-se reconhecer que os resultados não são conclusivos, por se tratar de um experimento conduzido em um ambiente acadêmico e com um pequeno número de participantes. Por isso a intenção é de que outros estudos experimentais preferencialmente com profissionais da indústria e em larga escala, mas que sejam feitos em trabalhos futuros, com objetivo de investigar cada vez mais precisamente as vantagens e desvantagens de se utilizar os elementos estendidos para representar características autonômicas e de melhorar cada vez mais a compreensão da abordagem MABUP. Com

relação às ameaças a validade do experimento, as decisões tomadas foram às mesmas do experimento piloto.

4.7.1 Validade Interna

Os participantes experimentais são alunos de cursos graduação e mestrado. Os alunos são da área de engenharia de software, ou seja, que eles tenham alguma experiência em modelagem de software.

Não houve divisão de grupos e todos receberam a mesma descrição do negócio a ser modelado. Portanto, não era esperado que um participante ou outro se sentisse mais ou menos desencorajados na realização ou não do tratamento, já que o modelo resultante de processos de negócios deve ser equivalente.

Um fator de confusão poderia ser a experiência do sujeito. Na verdade, a participantes preencheram um questionário sobre sua experiência e conhecimentos na academia e na indústria. Uma vez que havia poucos participantes para realizar o estudo (12 indivíduos), eles foram distribuídos aleatoriamente para os tratamentos em vez de separados em blocos, o que reduziria ainda mais o número de amostras a serem comparados.

4.7.2 Validade de Conclusão

O experimento foi baseado em uma parte de um cenário bastante explorado na comunidade acadêmica, principalmente na comunidade de sistemas adaptativos (LUCKEY et al., 2011; TAMURA et al., 2013) mas que sofreu pequenas alterações para se adaptar melhor para os conceitos de modelagem de processos autonômicos. A sua especificação foi revisada por profissionais do grupo de pesquisa que atuam nas duas áreas, tanto de sistemas adaptativos quanto de autonomia de processos de negócios.

4.7.3 Validade de Construto

Os participantes receberam uma especificação de um processo de ‘ZNN.com’ o mesmo que está no Apêndice G.

Além disso, eles realizaram um pré-experimento para tornar claro como a modelagem deveria ser implementada e como os dados devem ser recolhidos.

4.7.4 Validade Externa

Embora houvesse diferentes tipos de alunos (graduação, mestrado e doutorado), o número limitado de indivíduos não permite generalizar fora do escopo do estudo. Por

outro lado, os resultados, incluindo opinião dos participantes, foram úteis para melhorar a utilização da ferramenta como apoio a abordagem MABUP que foram listadas e serão desenvolvidas em trabalhos futuros.

4.8 Resumo da seção

A ferramenta MABUPTool, modelada e descrita na seção 3 desta dissertação, foi avaliada nesta seção. A ferramenta MABUPTool tem como objetivo permitir a modelagem dos níveis propostos no MABUP. Foram feitos dois experimentos com o objetivo de avaliar se a ferramenta auxiliaria na compreensão e aplicação da abordagem MABUP, o que de fato foi comprovado através dos resultados. Na próxima seção será apresentada a avaliação de usabilidade que foi feita na ferramenta MABUPTool.

SEÇÃO 5

Avaliação de Usabilidade

Nesta seção é apresentado o teste de usabilidade na ferramenta MABUPTool, descrita na seção 3 desta dissertação, feito com usuários reais. O objetivo do teste é analisar se a ferramenta possui uma boa usabilidade em aspectos como: satisfação geral, utilidade do sistema, qualidade da informação e qualidade da interface.

5.1 Teste de Usabilidade

O conceito de usabilidade permite avaliar a qualidade de um sistema com relação a fatores que os desenvolvedores definem como sendo prioritários ao sistema. Alguns dos fatores típicos envolvidos no conceito de usabilidade são: facilidade de uso, satisfação de usabilidade e utilidade. (PREECE; ROGERS; SHARP, 2005)

O método escolhido para este estudo é o PSSUQ (*The Post-Study System Usability Questionnaire*) por ser o que está de acordo com o contexto do estudo, é baseado em um conjunto de tarefas com o usuário respondendo o questionário após a execução de todas as tarefas. É indicado para testes de usabilidade em ambientes laboratoriais e possui quatro fatores sendo eles: satisfação geral, utilidade do sistema, qualidade da informação e qualidade da interface, que podem ser avaliados, permitindo uma avaliação de usabilidade mais ampla. O método também permite calcular quatro diferentes fatores a partir das respostas obtidas do questionário de avaliação.

O estudo proposto por Lewis (1995) apresenta o método *The After-Scenario Questionnaire* - (ASQ) é baseado em cenários, ou seja, os usuários devem executar um cenário e em seguida responder a três questões, assim por diante, até a quantidade de cenários acabar.

O questionário do método PSSUQ (Apêndice J) é composto por dezenove índices, organizada em sete itens de resposta que estão em uma escala gráfica de 7 pontos, que varia de "Discordo totalmente" com valor 7 e "Concordo totalmente" com valor 1.

A partir deste método, adotamos apenas o questionário, já que permite uma avaliação de usabilidade mais ampla abrangendo quatro diferentes fatores. Contudo, fizemos uma adaptação em virtude de sabermos que quanto maior a escala, mais difícil dos participantes a interpretar (JACKO, 2012). Ainda deve levarmos em consideração que os participantes já tinham respondido ao questionário do experimento que continha mais de 30 questões. Por essas razões e também pela quantidade dos participantes na

avaliação da usabilidade, optamos por reduzir para uma escala Likert (LIKERT, 1932) de cinco níveis: concordo fortemente, concordo, neutro, discordo e discordo totalmente.

5.1.1 Usuários

Os usuários que participaram do teste de usabilidade foram os mesmos que participaram do Experimento, ou seja, são alunos de graduação e pós-graduação em Ciência da Computação da instituição Universidade Federal de Pernambuco que estavam cursando a disciplina de Engenharia de Requisitos e, como mencionado anteriormente participaram de treinamentos referentes tanto a abordagem MABUP quanto à ferramenta em questão, MABUPTool. Os detalhes dos participantes podem ser revistos na seção 4.5.3. Ao todo 12 usuários participaram do teste.

5.1.2 Ambiente

Para a realização do teste, foi utilizado o laboratório de computadores do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco. Foi instalada uma Máquina Virtual com todas as configurações necessárias para fazer o experimento. Mas também esteve disponível para *download*¹ caso os alunos preferissem fazer o teste em seus computadores pessoais. A Máquina Virtual estava com as tecnologias utilizadas para desenvolver a ferramenta o *Activiti Designer*, *Tomcat*, *Activiti Explorer* e *PostgreSQL*. Assim, possíveis erros de compatibilidade foram evitados, deixando o usuário focado apenas nas tarefas do teste de usabilidade.

5.1.3 Atividades

Para esta avaliação fornecemos a especificação de negócios para os usuários. O objeto de estudo foi o processo de negócios modelagem de 'ZNN.com' (Apêndice G). Este cenário foi escolhido visando explorar a utilização do máximo de recursos que a ferramenta oferece. As tarefas envolvem a modelagem de todos os elementos estendidos e depois a automação do modelo do Nível Organizacional da abordagem MABUP, visto que o a automação de todos os níveis exige mais tempo para a execução do teste.

5.1.4 Condução do teste e coleta dos dados

O processo foi semelhante ao realizado no Experimento. Foram duas etapas, onde na primeira fase, foram ministrados cursos de noções de modelagem de processos, BPMN, Requisitos Não-Funcionais e Contextualização.

¹ Disponível em: <https://goo.gl/xA6rsH>

A segunda fase consistiu na formação dos alunos sobre a abordagem MABUP, ferramenta *Activiti Designer* juntamente com a utilização dos elementos estendidos e a ferramenta *Activiti Explorer* utilizada na automação dos processos. Em seguida, foi conduzido um pré-teste para proporcionar a chance de se familiarizar com as etapas de abordagem MABUP e com a utilização das ferramentas.

Inicialmente, cada usuário foi direcionado para um computador onde a Máquina Virtual já estava aberta e pronta para a inicialização do teste. Após o teste, os usuários responderam ao questionário PSSUQ (Apêndice J).

5.1.5 Resultados

Para analisar os dados coletados no questionário, utilizamos o método proposto por (MCCLELLAND, 1976) pois esse método visa analisar resultados obtidos em questionários na forma de escala de *Likert* (LIKERT, 1932).

A Tabela 18 apresenta os dados coletados do questionário. As respostas foram dadas por 12 participantes (A-L) a um questionário de 19 itens. Na parte direita da tabela é exibida a soma da quantidade de respostas de cada participante agrupadas pelos pontos da escala *Likert* (LIKERT, 1932). Portanto, relata quantas vezes cada participante escolheu 5, 4, 3, 2, e 1 como resposta.

De acordo com método utilizado para analisar os dados (MCCLELLAND, 1976), é importante observar que a identificação de participantes que não mostram coerência em suas respostas, isto é realizada de forma manual, fazendo comparações com as respostas de outros participantes. Por isso, pode ocorrer certo viés durante a análise, tornando um ponto negativo do método usado. Para evitar resultados enviesados os casos em que as respostas não foram coerentes foram descartadas.

Para identificar o número que corresponderá a "sem opinião", calculamos a média simulando caso todas as respostas de todos os índices fossem 3. Ou seja, $Média = (19 * 3 = 57)$ onde 19 é o total de itens e 3 e 57 são os números correspondentes a "sem opinião".

Analisando a Tabela 17, nenhum participante atingiu o total de 58 pontos. Mas identificamos que o participante C, destacado em cinza, não mostrou coerência em suas respostas, marcando "concordo" para os 18 itens do questionário, tornando um viés para

a pesquisa. Por isso, ele foi excluído das próximas análises. O restante dos participantes que responderam ao questionário mostrou coerência em suas respostas.

Tabela 17. Respostas dos participantes do teste.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total	5	4	3	2	1
A	4	4	4	3	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	75	2	14	3	0	0
B	4	4	4	5	3	5	5	5	3	4	3	4	4	4	4	5	5	1	4	76	6	9	3	0	1
C	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	77	1	18	0	0	0
D	4	4	3	4	3	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4	1	1	1	1	50	0	9	2	0	8
E	5	4	4	4	5	4	5	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	5	4	74	4	13	0	0	2
F	4	4	4	3	5	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	73	1	14	4	0	0
G	4	4	4	5	4	5	4	5	1	1	1	4	5	5	5	4	4	5	4	74	7	9	0	0	3
H	4	4	4	4	3	3	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	75	2	14	3	0	0
I	4	4	4	4	4	4	1	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	70	0	15	3	0	1
J	4	4	3	4	5	4	5	5	3	4	3	4	4	4	5	4	4	5	5	79	6	10	3	0	0
K	3	3	4	4	5	4	3	4	1	1	3	3	4	4	4	4	4	3	4	65	1	10	6	0	2
L	5	3	4	5	4	4	5	4	4	4	3	4	4	5	5	3	4	4	5	79	6	10	3	0	0

Fonte: (AUTOR, 2015).

5.1.6 Satisfação Geral

A Tabela 17 apresenta os dados com o participante C já excluído, assim, podemos continuar com a análise. Também utilizando a Tabela 17, calculamos a média de todas as respostas obtidas. Somamos os dados da coluna "Total" e dividimos pelo total de participantes. Assim sendo: $Media = (867/14)$, cujo resultado é 78.8. Portanto, a média de todos os participantes é superior à média 57 ("sem opinião"), implicando que de uma maneira geral a ferramenta foi bem aceita pelos participantes e assim respondendo o primeiro fator (satisfação geral).

Também somamos as respostas das colunas, visando identificar os índices cujas respostas de uma maneira geral foram positivas, negativas, ou os participantes não possuem opinião sobre a mesma. Para realizar esta tarefa, calculamos a média de respostas de cada índice individualmente e comparamos com a média se todas as respostas para um índice fossem 3 ("sem opinião"). Assim, $Média = (3 * 11)$ onde 3 é o número que corresponde a neutro, "sem opinião" e 11 é o número de participantes. Obtemos como resposta o número 33.

De acordo com a Tabela 18, a média de todos os itens foram superiores ao número 33. Porém, a média do item número 9 (média 34) se aproxima muito do número 33, que corresponde a "sem opinião". Portanto, de uma maneira geral, os participantes não possuem opinião sobre o item *The system gave error messages that clearly told me how to fix problems*.

Tabela 18. Satisfação Geral.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	Total	5	4	3	2	1
A	4	4	4	3	4	4	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	75	2	14	3	0	0
B	4	4	4	5	3	5	5	5	3	4	3	4	4	4	4	5	5	1	4	76	6	9	3	0	1
C	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	77	1	18	0	0	0
D	4	4	3	4	3	1	4	1	1	1	4	4	4	4	4	1	1	1	1	50	0	9	2	0	8
E	5	4	4	4	5	4	5	4	4	1	1	4	4	4	4	4	4	5	4	74	4	13	0	0	2
F	4	4	4	3	5	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	73	1	14	4	0	0
G	4	4	4	5	4	5	4	5	1	1	1	4	5	5	5	4	4	5	4	74	7	9	0	0	3
H	4	4	4	4	3	3	5	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	75	2	14	3	0	0
I	4	4	4	4	4	4	1	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	70	0	15	3	0	1
J	4	4	3	4	5	4	5	5	3	4	3	4	4	4	5	4	4	5	5	79	6	10	3	0	0
K	3	3	4	4	5	4	3	4	1	1	3	3	4	4	4	4	4	3	4	65	1	10	6	0	2
L	5	3	4	5	4	4	5	4	4	4	3	4	4	5	5	3	4	4	5	79	6	10	3	0	0
5	2	0	0	3	5	2	6	4	0	0	0	0	1	3	3	1	1	3	2						
4	9	10	10	7	4	8	4	7	4	7	4	11	10	9	9	9	9	5	9	Média					
3	1	2	2	2	3	1	1	0	5	1	6	1	1	0	0	1	1	2	0	78.8					
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
1	0	0	0	0	0	1	1	1	3	4	2	0	0	0	0	1	1	2	1						
Total	49	46	46	49	50	46	50	49	34	35	36	47	48	51	51	45	45	43	47						

Fonte: (AUTOR, 2015).

5.1.7 Utilidade do sistema

Nesta seção, analisamos os itens que correspondem à utilidade do sistema. Neste caso, os itens são aqueles que estão entre 1 e 8. Realizamos todos os procedimentos que foram descritos na seção 4.8.6 e encontramos os resultados obtidos na Tabela 19.

- Média para todas as respostas com pontuação 3 ("sem opinião"): 24;

Tabela 19. Utilidade do sistema.

	1	2	3	4	5	6	7	8	Total	5	4	3	2	1
A	4	4	4	3	4	4	5	5	33	2	5	1	0	0
B	4	4	4	5	3	5	5	5	35	4	3	1	0	0
C	4	4	4	4	5	4	4	4	33	1	7	0	0	0
D	4	4	3	4	3	1	4	1	24	0	4	2	0	2
E	5	4	4	4	5	4	5	4	35	3	5	0	0	0
F	4	4	4	3	5	4	4	4	32	1	6	1	0	0
G	4	4	4	5	4	5	4	5	35	3	5	0	0	0
H	4	4	4	4	3	3	5	4	31	1	5	2	0	0
I	4	4	4	4	4	4	1	4	29	0	7	0	0	1
J	4	4	3	4	5	4	5	5	34	3	4	1	0	0
K	3	3	4	4	5	4	3	4	30	1	4	3	0	0
L	5	3	4	5	4	4	5	4	34	3	4	1	0	0

Fonte: (AUTOR, 2015).

Comparando o número 35 que corresponde à média de todos os itens de todos os participantes com o número 24 que é a média se todas as respostas fossem 3 ("sem opinião"), concluímos que a ferramenta foi considerada útil pelos usuários na realização das tarefas que a mesma se propõe a fazer.

Para este caso específico (utilidade do sistema), apenas um participante (o D) faz parte do grupo dos que são "desfavoráveis". Ou seja, sua média de respostas foi inferior à média "sem opinião". Assim, os 11 participantes restantes fazem parte do grupo dos "favoráveis".

5.1.8 Qualidade da informação

Nesta seção, analisamos os itens que correspondem à qualidade da informação. Neste caso, os itens são aqueles que estão entre 9 e 15. Realizamos todos os procedimentos que foram descritos na seção 4.8.6 e encontramos os resultados obtidos na Tabela 20.

- Média para todas as respostas com pontuação 3 ("sem opinião"): 21;

Tabela 20. Qualidade da informação.

	9	10	11	12	13	14	15	Total	5	4	3	2	1
A	3	4	4	4	4	4	4	27	0	6	1	0	0
B	3	4	3	4	4	4	4	26	0	5	2	0	0
C	4	4	4	4	4	4	4	28	0	7	0	0	0
D	1	1	4	4	4	4	4	22	0	5	0	0	2
E	4	1	1	4	4	4	4	22	0	5	0	0	2
F	3	4	3	4	3	4	4	25	0	4	3	0	0
G	1	1	1	4	5	5	5	22	3	1	0	0	3
H	4	4	4	4	4	5	4	29	1	6	0	0	0
I	3	3	3	4	4	4	4	25	0	4	3	0	0
J	3	4	3	4	4	4	5	27	1	4	2	0	0
K	1	1	3	3	4	4	4	20	0	3	2	0	2
L	4	4	3	4	4	5	5	29	2	4	1	0	0

Fonte: (AUTOR, 2015).

Comparando o número 27,45 que corresponde à média de todos os itens de todos os participantes com o número 21 que é a média se todas as respostas fossem 3 ("sem opinião"), concluímos que a ferramenta foi considerada pelos usuários como ofertante de boa qualidade de informação visual, bem como em documentação na realização das tarefas.

Porém as médias dos participantes D, E, G (média 22) e K (média 21) ficaram muito próximas da média "sem opinião" (média 21). Ou seja, apenas embora no geral a ferramenta foi considerada pelos usuários como ofertante de boa qualidade de informação quatro participantes não possuíam uma opinião bem definida sobre a qualidade da informação da ferramenta.

5.1.9 Qualidade da interface

Nesta seção, analisamos os itens que correspondem à qualidade da interface. Neste caso, os itens são aqueles que estão entre 16,17 e 18. Realizamos todos os procedimentos que foram descritos na seção 4.8.6 e encontramos os resultados obtidos na Tabela 21.

- Média para todas as respostas com pontuação 3 ("sem opinião"): 9;

Comparando o número 12,09 que corresponde à média de todos os itens de todos os participantes com o número 9 que é a média se todas as respostas fossem 3 ("sem opinião"), podemos concluir que nossa ferramenta possui uma boa qualidade da interface e que é agradável sua utilização.

Tabela 21. Qualidade da interface.

	16	17	18	Total	5	4	3	2	1
A	4	4	3	11	0	2	1	0	0
B	5	5	1	11	2	0	0	0	1
C	4	4	4	12	0	3	0	0	0
D	1	1	1	3	0	0	0	0	3
E	4	4	5	13	1	2	0	0	0
F	4	4	4	12	0	3	0	0	0
G	4	4	5	13	1	2	0	0	0
H	4	3	4	11	0	2	1	0	0
I	4	4	4	12	0	3	0	0	0
J	4	4	5	13	1	2	0	0	0
K	4	4	3	11	0	2	1	0	0
L	3	4	4	11	0	2	1	0	0

Fonte: (AUTOR, 2015).

Para este caso específico (utilidade do sistema), apenas um participante (o D) faz parte do grupo dos que são "desfavoráveis". Ou seja, sua média de respostas foi inferior à média "sem opinião". Assim, os 11 participantes restantes fazem parte do grupo dos "favoráveis".

5.2 Resumo da seção

Nesta seção foi apresentado o teste de usabilidade na ferramenta MABUPTool, descrita na seção 3 desta dissertação, feito com usuários reais. Na aplicação do exemplo de uso e no teste de usabilidade, a ferramenta se comportou de forma apropriada, mostrando possuir uma boa usabilidade em todos os aspectos: satisfação geral, utilidade do sistema, qualidade da informação e qualidade da interface.

SEÇÃO 6

Conclusões e Trabalhos Futuros

Nesta seção apresentamos um resumo das nossas contribuições e algumas considerações finais e listamos possíveis trabalhos futuros.

6.1 Considerações Finais

O objetivo geral desta dissertação, como mostrado na subseção 1.2 foi alcançado com o desenvolvimento da ferramenta MABUPTool, que permite estender a notação BPMN para adequar aos conceitos adotados em MABUP as avaliações realizadas indicam que a ferramenta auxilia a compreensão da abordagem MABUP e apoia na modelagem de processos autonômicos.

O MABUPTool abrange os quatro níveis abordagem MABUP e ela foi utilizada para especificações de projetos reais como o caso de Gestão de Serviço de Telecom, indicando sua utilização e viabilidade técnica para ser utilizada em ambientes industriais, como evidenciado pela avaliação de usabilidade. Os experimentos indicam que os resultados obtidos são promissores, uma vez que a adoção dos elementos estendidos potencializa o auxílio da compreensão da abordagem MABUP e auxilia na modelagem de processos autonômicos, embora aumente um pouco o tempo de modelagem dos participantes.

A avaliação de usabilidade mostrou que a ferramenta indicou que os quatro fatores (satisfação geral, utilidade do sistema, qualidade da informação e qualidade da interface) fossem alcançados com sucesso, possuindo uma aceitação geral por todos os usuários.

A dissertação também contribui para a literatura na área de Engenharia de Software, Engenharia de Requisitos e Engenharia Dirigida por Modelos por situações que expõem desde a extensão da notação BPMN, quanto ao desenvolvimento da ferramenta que engloba a extensão desenvolvida. As motivações para o desenvolvimento deste relatório foram: MABUP não possuía uma ferramenta para gerar modelos autonômicos, ou seja, modelos que auxiliem na execução das atividades inerentes ao processo o que poderia tornar a abordagem lenta e difícil de entender.

6.2 Contribuições

A pesquisa apresentada nesta dissertação possibilitou as seguintes contribuições:

- I. Desenvolvimento de um metamodelo que integra os quatro níveis da abordagem MABUP com o BPMN e adequação desse metamodelo para a ferramenta Activiti, que por sua também usa parte do metamodelo BPMN.
- II. Uma ferramenta auxilia na modelagem de processos autonômicos e que potencializa a compreensão da abordagem MABUP.
- III. Tornou possível a avaliação da abordagem MABUP. Segundo Oliveira (2015) a avaliação só foi possível após o desenvolvimento dessa ferramenta.
- IV. A aplicação de um exemplo de uso visando validar a expressividade dos certos aplicados à uma ferramenta e automação de processos de negócio;
- V. Publicação em evento: este trabalho foi aceito para publicação no V Workshop de Teses e Dissertações do CBSOft (WTDSOft 2015), um evento permanente associado ao Congresso Brasileiro de Software: Teoria e Prática (CBSOft), dedicado à apresentação e à discussão de trabalhos de mestrado e doutorado em andamento nas áreas de Engenharia de Software, Linguagens de Programação e Métodos Formais.

6.3 Trabalhos Futuros

Esperamos continuar este projeto de pesquisa com as seguintes melhorias:

- Visando analisar as regras MABUP está sendo considerada a possibilidade de desenvolver uma ferramenta complementar para tratar as restrições MABUP, como por exemplo, ligar um Ponto de Variação seguido de um Evento de Contexto ou caso o Activiti dê suporte a alguma linguagem e restrição aplicar ao trabalho já feito.
- Estudar melhor a semiótica dos elementos visando melhorar a compreensão dos conceitos e os elementos gráficos.
- Realizar outros exemplos de uso e experimentos com a ferramenta proposta de preferência em ambientes menos controlados. Para que seja possível identificar falhas da ferramenta, a apresentação de outros exemplos de uso é de fundamental importância.
- Promover integração entre editores gráficos gerados. O Activiti prover o benefício de criar os modelos no editor gráfico baseado na tecnologia XML,

assim uma possibilidade é de realizar transformações de modelos entre as variadas linguagens e editores gráficos que as suportam.

REFERÊNCIAS

ACTIVITI. **Activiti BPM Plataforma**. Disponível em: <<http://activiti.org/>>. Acesso em: 5 maio. 2015.

ATKINSON, C.; KÜHNE, T. Model-driven development: a metamodeling foundation. **Software, IEEE**, v. 20, n. 5, p. 36–41, 2003.

BARIIC, A.; AMARAL, V.; GOULÃO, M. **Usability evaluation of domain-specific languages** Quality of Information and Communications Technology (QUATIC), 2012 Eighth International Conference on the. **Anais...2012**

BIZAGI. **Bizagi Modeler**. Disponível em: <<http://www.bizagi.com/pt/produtos/bpm-suite/modeler>>. Acesso em: 10 out. 2015.

BONITA, B. P. M. **Bonita BPM**. Disponível em: <<http://www.bonitasoft.com/products-v2>>. Acesso em: 10 out. 2015.

BRITTAİN, J.; DARWIN, I. F. **Tomcat: the definitive guide**: [S.I.] “ O’Reilly Media, Inc.”, 2007.

CHANG, J. F. **Business process management systems: strategy and implementation**. [S.I.]: CRC Press, 2005.

CLEMENTE, P. J. et al. **HAAIS-DSL: DSL to develop home automation and ambient intelligence systems**. Proceedings of the Second Workshop on Isolation and Integration in Embedded Systems. **Anais...2009**

CODD, E. F. A relational model of data for large shared data banks. **Communications of the ACM**, v. 13, n. 6, p. 377–387, 1970.

CRUZ, T. **BPM & BPMS-Business Process Management & Business Process Management Systems**. [S.I.]: Brasport, 2008.

DATE, C. J.; DARWEN, H. **A guide to the SQL Standard: a user’s guide to the standard relational language SQL**. [S.I.]: Addison-Wesley Longman, 1993. v. 55822

DAVENPORT, T. H. **Process innovation: reengineering work through information technology**. 1993.

DIPIPO, L. C.; WOLFE, V. F. Real-time databases. **Database Systems Handbook**, Multiscience Press, 1997.

DUMAS, M. et al. **Fundamentals of business process management**. [S.I.]: Springer, 2013.

- GANEK, A. G.; CORBI, T. A. The dawning of the autonomic computing era. **IBM Systems Journal**, v. 42, n. 1, p. 5–18, 2003.
- GUIDE, A. U. et al. *Activiti User Guide*. 2015.
- HAMMER, M.; CHAMPY, J. **Reengineering the corporation**: manifesto for business revolution, a. [S.I.]: Zondervan, 2009.
- HERMANS, F.; PINZGER, M.; VAN DEURSEN, A. **Domain-specific languages in practice**: a user study on the success factors. In: *Model driven engineering languages and systems*. [S.I.]: Springer, 2009. p. 423–437.
- JACKO, J. A. **Human computer interaction handbook**: fundamentals, evolving technologies, and emerging applications. [S.I.]: CRC press, 2012.
- JESTON, J.; NELIS, J. **Business process management**. [S.I.]: Routledge, 2014.
- JOHANSSON, H. J. et al. **Business process reengineering**: breakpoint strategies for market dominance. [S.I.]: Wiley Chichester, 1993.
- JOHNSON, R. et al. **The spring framework, reference documentation**. "2008. [http://static, springframework. org/spring/docs/2.5, x/reference](http://static.springframework.org/spring/docs/2.5.x/reference), 2004.
- KELLY, S.; TOLVANEN, J.-P. **Domain-specific modeling**: enabling full code generation. [S.I.]: Wiley, 2008.
- KEPHART, J. O.; WALSH, W. E. **An artificial intelligence perspective on autonomic computing policies**. Proceedings. Fifth IEEE International Workshop on Policies for Distributed Systems and Networks, 2004. POLICY 2004. Anais...IEEE, 2004
- KLEPPE, A. **Software language engineering**: creating domain-specific languages using metamodels. [S.I.]: Pearson Education, 2008.
- KOKAR, M. M.; BACLAWSKI, K.; ERACAR, Y. A. **Control theory-based foundations of self- controlling software**. IEEE Intelligent Systems, v. 14, n. 3, p. 37–45, 1999.
- LALIWALA, Z.; MANSURI, I. **Activiti 5. x Business Process Management Beginner's Guide**. [S.I.]: Packt Publishing Ltd, 2014.
- LEWIS, J. R. **IBM Computer usability satisfaction questionnaires: psychometric evaluation and instructions for use**. International Journal of Human-Computer Interaction, v. 7, n. 1, p. 57–78, 1995.
- LIAROU, E.; GONCALVES, R.; IDREOS, S. **Exploiting the power of relational**

databases for efficient stream processing. Proceedings of the 12th International Conference on Extending Database Technology: Advances in Database Technology. Anais...2009

LICENSE, A. **Apache License 2.0.** [S.I]. v. 25, n. 07, 2008.

LIKERT, R. **A technique for the measurement of attitudes.** Archives of psychology, 1932.

LUCKEY, M. et al. **Adapt cases:** extending use cases for adaptive systems. Proceedings of the 6th International Symposium on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems. Anais...2011

LUIS, J. et al. **Business Processes Contextualisation via Context Analysis.** Context, p. 1–6, 2010.

MCCLELLAND, J. A. G. **Técnica de questionário para pesquisa.** Revista Brasileira de Física, v. 1, n. 1, p. 93–101, 1976.

MEDEIROS, R. W. A. DE. **SSC4Cloud Editor - Uma Ferramenta para Modelagem de Processos de Negócio com Anotações de Segurança para a Cloud.** [S.I.] Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 2011.

MERNIK, M.; HEERING, J.; SLOANE, A. M. **When and how to develop domain-specific languages.** ACM computing surveys (CSUR), v. 37, n. 4, p. 316–344, 2005.

MOMJIAN, B. **PostgreSQL: introduction and concepts.** [S.I.]: Addison-Wesley New York, 2001. v. 192

MOODY, D. L. **The “physics” of notations:** towards a scientific basis for constructing visual notations in software engineering. Software Engineering, IEEE Transactions on, v. 35, n. 6, p. 756–779, nov. 2009.

NETJES, M.; REIJERS, H. A.; VAN DER AALST, W. M. P. **Supporting the BPM life-cycle with FileNet.** Proceedings of the CAiSE. Anais...2006

OLIVEIRA, K. M. A. DE. **MABUP:** multi level autonomic business process. [S.I.] Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

OLIVEIRA, K. et al. **Towards Autonomic Business Process Models.** International Conference on Software Engineering and Knowledge (SEKE 2012). Anais...San Francisco, California, USA: Knowledge Systems Institute Graduate School, 2012

OLIVEIRA, K. et al. **Multi-level Autonomic Business Process Management.** Enterprise, Business-Process ..., n. i, p. 184–198, 2013.

OMG. **Business Process Model and Notation (BPMN)**. Business, v. 1, n. August 2009, p. 63–316, 2010a.

OMG. **OMG Unified Modeling Language**. Infrastructure Informatik Spektrum. [S.I.].

OMG. **MOF Core specification**. V2.4.1, n. June, p. 88, 2013.

ORQUESTRA. **Orquestra**. Disponível em: <<http://orquestrabpm.com/>>. Acesso em: 10 out. 2015.

PANAGACOS, T. **The ultimate guide to business process managment: everything you need to know and how to apply it to your organization**. [S.I.]: Amazon, 2012.

PEREIRA, T. C. **BVCCoN-Tool - Uma Ferramenta para Apoiar uma Abordagem de Configuração de Processos de Negócio Dinâmicos**. [S.I.] Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 2014.

PETRI, C. A. **Kommunikation mit automaten**. 1962.

PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. **Design de interação**. [S.I.]: Bookman, 2005.

RADEMAKERS, T. **Activiti in action: executable business processes in bpmn 2.0**. [S.I.]: Manning Publications Co., 2012.

RECKER, J. C. et al. How good is BPMN really? Insights from theory and practice. 2006.

REIJERS, H. **Modularity in process models: review and effects**. Business Process Management, p. 20–35, 2008.

SANTOS, E. et al. **Using NFR and context to deal with adaptability in business process models**. 2011 2nd International Workshop on Requirements@Run.Time, p. 43–50, ago. 2011.

SOUZA, A. R. DA S. **Sec-MoSC Editor : Modelando composições de serviço com requisitos não funcionais usando BPMN**. [S.I.] Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 2011.

TAMURA, G. et al. **Improving context-awareness in self-adaptation using the dynamic reference model**. Proceedings of the 8th International Symposium on Software Engineering for Adaptive and Self-Managing Systems. Anais...2013

TRAVASSOS, G.; GUROV, D.; AMARAL, E. **Introdução à Engenharia de Software Experimental**. Relatório Técnico ES59002 Abril Programa de Engenharia de Sistemas e Computação COPPEUFRJ, p. 52, 2002.

VALLE, R.; OLIVEIRA, S. B. **Análise e modelagem de processos de negócio**. São Paulo: Atlas, 2010.

VAN DER AALST, W. M. P.; TER HOFSTEDE, A. H. M.; WESKE, M. **Business process management: a survey**. In: Business process management. [S.I.]: Springer, 2003. p. 1–12.

VAN DEURSEN, A.; KLINT, P. **Domain-specific language design requires feature descriptions**. CIT. Journal of computing and information technology, v. 10, n. 1, p. 1–17, 2002.

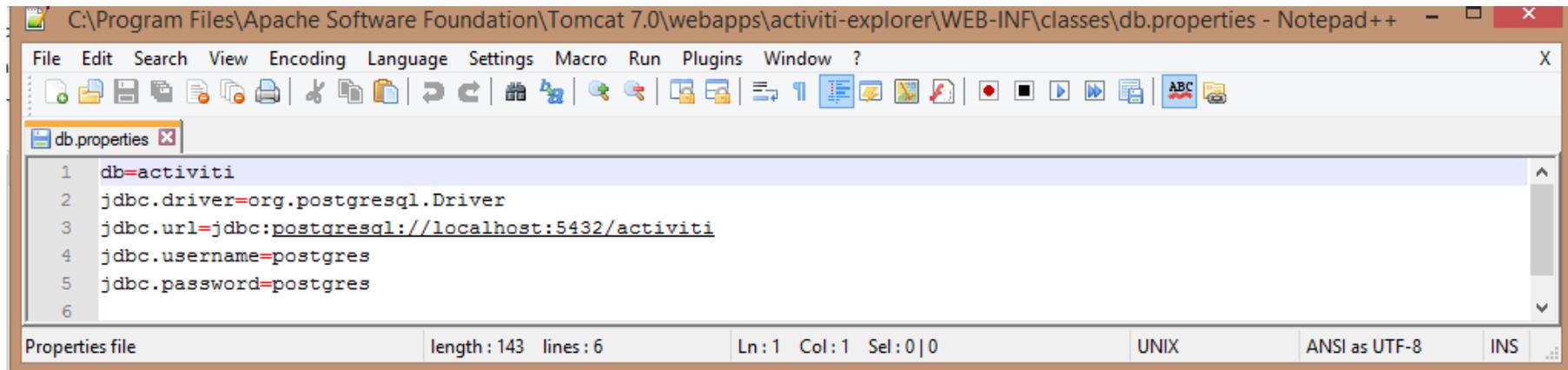
VÖLTER, M. et al. **DSL Engineering Designing, Implementing and Using Domain-Specific Languages**. p. 558, 2013.

WESKE, M. **Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures**, p. 305–343, 2007.

WHITE, S. A.; MIERS, D. **BPMN Modeling and Reference Guide**. [S.I.]: Lighthouse Point, Florida, 2008.

WOHLIN, C. et al. **Experimentation in software engineering**. [S.I.]: Springer Science & Business Media, 2012.

Apêndice A

Configuração de Banco de dados PostgreSQL - Activiti

The image shows a Notepad++ window titled "C:\Program Files\Apache Software Foundation\Tomcat 7.0\webapps\activiti-explorer\WEB-INF\classes\db.properties - Notepad++". The window contains a file named "db.properties" with the following content:

```
1 db=activiti
2 jdbc.driver=org.postgresql.Driver
3 jdbc.url=jdbc:postgresql://localhost:5432/activiti
4 jdbc.username=postgres
5 jdbc.password=postgres
6
```

The status bar at the bottom of the window displays: "Properties file", "length : 143", "lines : 6", "Ln : 1", "Col : 1", "Sel : 0 | 0", "UNIX", "ANSI as UTF-8", and "INS".

pgAdmin III

File Edit Plugins View Tools Help

Object browser

Server Groups

Servers (1)

PostgreSQL 9.3 (localhost:5432)

Databases (4)

activiti

Catalogs (2)

Event Triggers (0)

Extensions (1)

Schemas (1)

public

Collations (0)

Domains (0)

FTS Configurations (0)

FTS Dictionaries (0)

FTS Parsers (0)

FTS Templates (0)

Functions (0)

Sequences (1)

Tables (24)

act_evt_log

act_ge_bytearray

act_ge_property

act_hi_actinst

act_hi_attachment

act_hi_comment

act_hi_detail

act_hi_identitylink

act_hi_procinst

act_hi_taskinst

act_hi_varinst

act_id_group

act_id_info

act_id_membership

act_id_user

act_re_deployment

act_re_model

Properties

Property Value

Name act_re_deployment

OID 16766

Owner postgres

Tablespace pg_default

ACL

Of type

Primary key id_

Rows (estimated) 0

Fill factor

Rows (counted) 5

Inherits tables No

Inherited tables count 0

Unlogged? No

Has OIDs? No

System table? No

Comment

SQL pane

```
-- Table: act_re_deployment
-- DROP TABLE act_re_deployment;

CREATE TABLE act_re_deployment
(
  id_character varying(64) NOT NULL,
  name_character varying(255),
  category_character varying(255),
  tenant_id_character varying(255) DEFAULT ''::character varying,
  deploy_time_timestamp without time zone,
  CONSTRAINT act_re_deployment_pkey PRIMARY KEY (id_)
)
```

Retrieving details on table act_re_deployment... Done.

0.13 secs

Edit Data - PostgreSQL 9.3 (localhost:5432) - activiti - act_re_deployment

File Edit View Tools Help

No limit

	id [PK]	name_ character varying(255)	category_ character v	tenant_id_ character vai	deploy_time_ timestamp w
1	23	Demo processes		''	2015-07-17
2	41	Demo reports		''	2015-07-17
3	57516	MABUPTool.bar		''	2015-09-29
4	60137	Organizacional.bar		''	2015-10-06
5	67519	ModeloOrganizacionalTelecom.bar		''	2015-11-30
*					

Scratch pad

5 rows.

Apêndice B

Experimento Piloto - Levantamento do perfil dos participantes

Experimento Piloto. Levantamento do perfil dos participantes

O questionário a seguir tem por objetivo fornecer informações do seu background sobre modelagem de negócio e engenharia de software. Suas respostas não irão afetar as demais atividades do experimento, elas simplesmente irão fornecer um contexto para a interpretação dos resultados. Sinta-se livre para escrever nas margens de forma a explicar suas respostas, se necessário.

Nome *

Você é aluno de que curso? *

- Graduação
- Mestrado
- Doutorado

Qual o nome do seu curso? *

Você possui experiência profissional em engenharia de software ou análise de negócio? *

- Não
- Sim

Caso a resposta anterior tenha sido sim, quais as atividades realizadas?

Você já utilizou alguma linguagem para modelagem negócio antes desta disciplina? *

- UML
- BPMN
- BPEL
- Communication Analysis (CED)
- Outros

Sou proficiente em modelagem de processo de negócio? *

- Discordo totalmente

- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Sou proficiente em realizar análise e projeto de sistemas? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Sou proficiente em outra forma de representar o negócio que não seja modelo de processo de negócio? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

*Obrigatório

Apêndice C

Estudo de caso Experimento Piloto – Gestão de Serviços de Telecomunicações

Estudo de caso - Gestão de Serviços de Telecomunicações (Telecom)

1) Fazer o modelo de processo de negócio de Gestão de Serviços de Telecomunicações.

O processo de gestão de serviços Telecom tem por objetivo realizar a operação dos serviços de telecomunicações contratados por clientes corporativos para atender suas necessidades de negócios. O processo se inicia quando as necessidades de negócio são analisadas por um **gerente de conta** que as formaliza num contrato de serviços de Telecom, que prevê um acordo de nível de serviço (ANS)², e produz uma ordem de serviço (OS) a ser implementada. A **área de provisionamento** redes examina a OS e o ANS para criar o serviço de telecomunicação conforme especificado para o cliente, o ativa considerando as regras definidas e implementa serviços operacionais que são necessários para gerenciá-lo em seu ambiente operacional. Após a ativação do serviço de telecomunicações, **os assinantes** ficam aptos a usá-lo, para assim, a **empresa de telecomunicações** começar a controlar seu acesso até receber um pedido para suspender o contrato do serviço.

A atividade que controla o acesso ao serviço de Telecom é fundamental para o sucesso do processo de gestão de serviços de Telecom. A falha dessa atividade pode causar uma perda financeira exponencial. O seu objetivo é receber uma requisição de acesso, realizar a cobrança, inspecionar o acesso ao serviço e atualizar a requisição. Assim, o controle do acesso é iniciado quando a **área de redes** recebe uma requisição de acesso serviço de Telecom que pode ser de início de acesso, de atualização do acesso ou de fim do acesso. A partir disto, a **área de mediação** pode realizar três ações diferentes:

- (iv) Se a requisição é de início de acesso, verificar se o assinante tem permissão de acesso serviço requisitado. Se sim, a **área de faturamento/cobrança** começa a registrar o início do tráfego de dados, senão, a **área de redes** nega o serviço e finaliza processo;
- (v) Se a requisição é de atualização, verificar se o assinante tem cotas de acesso para continuar serviço mediante faturamento on-line (rota padrão) ou um faturamento alternativo para permitir ou negar o acesso [Caso o faturamento on-line (online billing) falhe, o sistema pode realizar o faturamento alternativo (hot billing) até que o sistema se recupere da falha, este último método é mais caro e suscetível a problemas]. Se a mediação permitir o acesso, a **área de faturamento/cobrança** a registra a atualização do acesso tráfego de dados, senão, a **área de redes** nega o serviço e finaliza processo.

² ANS - Trata-se de um documento detalhado que define os padrões de um nível de serviço e a relação entre duas partes: solicitador e o executor. Por exemplo uma empresa X contrata uma empresa Y para fornecer serviço de internet, ambas fazer um acordo em que a empresa Y fornecedora do serviço de internet garante a disponibilidade deste serviço em 90% do tempo horário de funcionamento da empresa X, a contratante, caso a empresa Y, fornecedora, não cumpra este acordo a empresa X, contratante, deve ser ressarcida de acordo com os termos do contrato assinado.

- (vi) Se a requisição for de fim, encerrar o tráfego do serviço de telecom. Posteriormente, a área de **área de faturamento/cobrança** a registra o encerramento do tráfego e finaliza o processo.

Ao ter os registros de acesso realizados pela **área de faturamento/cobrança**, a **área de mediação** permite o tráfego do serviço. A **área de rede**, por sua vez, permite que um dentre os diferentes tipos de serviços disponíveis seja acessado a depender da requisição. Há quatro serviços previstos para serem permitidos: serviço de dados móveis, serviço de internet fixa, serviço de voz fixa de longa distância e serviço de voz móvel de longa distância. Quando a cota está sendo usada, o seu tráfego é inspecionado para solicitar a continuidade do acesso do serviço através do envio de uma nova requisição de acesso de atualização para uma nova taxação.

Há uma exigência regida no contrato do cliente que os serviços de Telecom não podem ter falhas, especificamente não devem haver perdas de dados trafegando na rede. Por exemplo, explorando a tarefa "Permitir acesso de serviço de dados móveis", deve-se prover sua auto recuperação, ou seja, deve haver tarefas que realize ações operacionais de ajuste caso haja perdas de dados na rede. A fim de tratar desvios no atributo perda de dados que está relacionado com o requisito não funcional de performance, pode-se acionar três ações diferentes a depender do contexto:

- (iv) Aumento de 1 db potência do laser do transmissor (caso a perda de pacote esteja menor que 1%, se verifique aumento esperado na taxa de perda nos últimos três ciclos de monitoramento e potência do receptor foi modificada);
- (v) Reiniciar a placa do transmissor (caso a perda de pacote seja menor que 1%, se verifique aumento esperado na taxa de perda nos últimos três ciclos de monitoramento e potência do receptor NÃO foi modificada); e
- (vi) Reiniciar gateway de rede (caso a perda de pacote seja menor que 1%, o tempo de resposta seja maior que 110 ms, se verifique aumento esperado na taxa de perda nos últimos três ciclos de monitoramento).

a) Modelar nível organizacional do processo de negócio (tarefa 1 da abordagem MABUP)

Identifique os papéis e os artefatos de acordo com os critérios de MABUP.

Identifique as atividades Críticas para o Negócio.

b) Modelar nível tecnológico do processo de negócio (tarefa 2 da abordagem MABUP)

Defina as tarefas que são executadas e monitoradas de acordo com as características autonômicas.

Como os sistemas precisam ser adaptados em caso de algum desvio de atributos de qualidade.

No exemplo, é preciso garantir auto recuperação, no caso específico de perdas de dados.

c) Modelar nível operacional do processo de negócio (tarefa 3 da abordagem MABUP)

Definir quais atributos de qualidade e contexto (ambiente) devem ser monitorados e para que características autonômicas. Estes atributos devem ser atribuídos dentro das propriedades dos elementos do tipo contexto de MABUP.

Definir como sistemas precisam ser adaptados em caso de algum desvio de atributos de qualidade.

d) Modelar nível de serviço do processo de negócio (tarefa 4 da abordagem MABUP)

Definir quais das tarefas precisam ter serviços de suporte às suas execuções mediante anotações no modelo.

Apêndice D

Questionário Pós Experimento Piloto (Grupo de Experimento - Utilizando Elementos estendidos)

Questionário Pós Experimento Piloto (Grupo de Experimento. Utilizando Elementos estendidos)

Este formulário tem como objetivo avaliar se as os elementos estendidos (Variation Point, Context Event, Operacional Task, Monitored Task, Critical Activiti) são entendíveis e úteis.

Qual seu nome? *

Quanto tempo você usou para fazer o experimento? (Ex: 01:12) *

Você utilizou elementos estendidos? *

- Sim
- Não

Os elementos estendidos (Variation Point, Context Event, Operacional Task, Monitored Task e Critical Activiti) auxiliaram na modelagem de características autônomicas?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Quão fácil foi entender a utilização do elemento Variation Point?

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a utilização do elemento Context Event?

- Muito fácil
- Fácil

- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a utilização do elemento Operacional Task?

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a utilização do elemento Monitored Task?

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a utilização do elemento Critical Activiti?

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

O elemento estendido Variation Point foi útil na modelagem do exercício?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo

- Concordo totalmente

O elemento estendido Context Event foi útil na modelagem do exercício?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

O elemento estendido Operacional Task foi útil na modelagem do exercício?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

O elemento estendido Monitored Task foi útil na modelagem do exercício?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

O elemento estendido Critical Activiti foi útil na modelagem do exercício?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Os elementos estendidos (Variation Point, Context Event, Operacional Task, Monitored Task, Critical Activiti) auxiliam na compreensão da abordagem MABUP?

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Você gostaria de adicionar algum comentário à respeito dos elementos estendidos?

*Obrigatório

Apêndice E

Questionário Pós Experimento Piloto (Grupo de Controle - Sem utilizar Elementos estendidos)

Questionário Pós Experimento Piloto (Grupo de Controle. Sem utilizar Elementos estendidos)

Para cada uma das afirmações abaixo, informe se você discorda totalmente, discorda, é indiferente, concorda, ou concorda totalmente.

Nome *

Qual o horário de término do experimento? (Ex: 10:00) *

Modelagem de Processo de Negócio utilizado BPMN foi fácil? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Você gostaria de adicionar um comentário a respeito do processo?

*Obrigatório

Apêndice F

Experimento - Levantamento do perfil dos participantes

Questionário de levantamento do perfil dos participantes

O questionário a seguir tem por objetivo fornecer informações do seu background sobre modelagem de negócio e engenharia de software. Suas respostas não irão afetar as demais atividades do experimento, elas simplesmente irão fornecer um contexto para a interpretação dos resultados. Sinta-se livre para escrever nas margens de forma a explicar suas respostas, se necessário.

Nome completo *

Você é aluno de que curso? *

- Graduação
- Mestrado
- Doutorado

Qual o nome do seu curso? *

Você possui experiência profissional em engenharia de software ou análise de negócio? *

- Não
- Sim

Caso a resposta anterior tenha sido sim, quais as atividades realizadas?

Você se considera proficiente em modelagem de processo de negócio? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Você já utilizou alguma linguagem para modelagem negócio antes desta disciplina? *

- UML
- BPMN
- BPEL
- Communication Analysis (CED)
- Outros

Você já utilizou alguma ferramenta para modelagem negócio antes desta disciplina? *

- Não
- Sim, o Bizagi
- Sim, o Astah
- Sim, outra ferramenta

Você se considera proficiente em modelagem de processo de negócio autônomo? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Você já utilizou alguma ferramenta para auxiliar a automação de processos de negócio? *Activiti ou Bonita por exemplo.

- Não
- Sim

*Obrigatório

Apêndice G

Estudo de caso - ZNN.com

Estudo de Caso - ZNN.com

1) Fazer um modelo de processo de negócio do ZNN.com

A infraestrutura é típica como de um site de notícias como Cnn.com tem uma arquitetura de três camadas que consiste em um conjunto de servidores de aplicações que servem conteúdo de bancos de dados. As preocupações são as mesmas dos provedores de notícias, o nosso objetivo é de ter qualidade para Znn.com e servir conteúdo de notícias para seus clientes dentro de um prazo razoável de resposta, mantendo o custo dos servidores dentro de um determinado orçamento de funcionamento. De vez em quando, devido a eventos altamente populares, Znn.com tem picos de pedidos de notícias que ele pode não atender adequadamente. Para evitar perder clientes, optamos para servir conteúdos apenas com texto durante esses horários de pico, em vez de parar o serviço para os clientes.

Considerando essas características, o processo é iniciado quando um **repórter** escreve uma notícia e envia para o **editor chefe** que vai revisar a notícia e decidir sobre sua aprovação, caso seja aprovada a notícia segue para o setor de ti que vai analisar a notícia antes da publicação. Caso a notícia seja rejeitada o **editor chefe** envia a notícia de volta para o **repórter** explicando o motivo da rejeição.

Sabendo que a publicação da notícia no site é uma atividade que é crítica para o sucesso do negócio como um todo, vamos explicar os principais pontos que devem ser considerados na sua gestão. A publicação de uma notícia pode ser realizada de diferentes maneiras:

- I. Publicação de Notícia, que em geral é enviado por repórteres que estão nas ruas e enviam uma notícia sem análise do editor chefe e sem layout predefinido;
- II. Publicação de Notícia Revisada, que é enviado por repórteres através de um sistema off-line do da empresa ZNN que gera uma notícia já revisada e com layout predefinido;
- III. Publicação de Notícia Revisada Curta, que é enviado por repórteres, geralmente são notícias curtas e já revisadas e que contém um máximo de 500 caracteres.

Neste caso, observa-se que a publicação de uma notícia pode ser feita de duas maneiras: Publicação de Notícia sem revisão de análise ou Publicação de Notícia com revisão. O primeiro deve ser submetido à um editor que irá revisá-lo para que depois seja enviado através de um serviço disponibilizado. Publicação de Notícia é enviado sem análise adicional, neste caso, uma checagem é realizada: Notícias com imagens com menos de 2500 KB podem ser enviados através de um serviço que revisa automaticamente, já as notícias com mais de 2500 KB devem ser enviadas por uma ferramenta que envia a notícia pro editor e depois publica a mesma automaticamente.

Um serviço do ZNN está disponível para receber, armazenar esses arquivos e disparar a publicação de os assinantes/usuários.

Alguns atributos de qualidades devem ser assegurados de acordo com o seu ANS³ desempenho, de custos, e a fidelidade dos conteúdos, e todos estes com pouca intervenção humana.

Para que facilitar a gestão da execução do processo ZNN.com, neste exemplo, é preciso garantir que que a tarefa de **publicar notícia** possua auto otimização caso haja um desvio em seu tempo de resposta ocasionado pelo aumento de acessos simultaneamente nos períodos de pico. Há **duas** ações possíveis a serem tomadas a depender do contexto: (i) Adicionar servidores ao cluster (caso o tempo de resposta seja maior que 1000 ms e se for dentro do orçamento; **caso contrário**, Znn.com deve mudar os servidores para modelo textual); (ii) Remover servidores do cluster (caso o tempo de resposta esteja menor que 120 ms mudar os servidores para o modo multimídia, se já não estiverem);

e) Modelar nível organizacional do processo de negócio (tarefa 1 da abordagem MABUP)

Atividades Críticas para o Negócio.

Dica: Para expressão de condição no Activiti usar $\{sal < 10\}$ para verificar se a variável sal é maior que 10, e $\{Resposta == "Sim"\}$ para verificar se a resposta é = Sim. Os tipos de variáveis são string (minúsculo mesmo) para caracteres e long para números.

f) Modelar nível tecnológico do processo de negócio (tarefa 2 da abordagem MABUP)

Definir as tarefas que são executadas e monitoradas de acordo com as características autonômicas.

Como sistemas precisam ser adaptados em caso de algum desvio de atributos de qualidade.

No exemplo, é preciso garantir auto-otimização no caso específico de desvio no tempo de resposta.

³ ANS - Trata-se de um documento detalhado que define os padrões de um nível de serviço e a relação entre duas partes: solicitador e o executor. Por exemplo uma empresa X contrata uma empresa Y para fornecer serviço de internet, ambas fazer um acordo em que a empresa Y fornecedora do serviço de internet garante a disponibilidade deste serviço em 90% do tempo horário de funcionamento da empresa X, a contratante, caso a empresa Y, fornecedora, não cumpra este acordo a empresa X, contratante, deve ser ressarcida de acordo com os termos do contrato assinado.

g) Modelar nível operacional do processo de negócio (tarefa 3 da abordagem MABUP)

Definir quais atributos de qualidade e contexto (ambiente) devem ser monitorados e para que características autonômicas

Definir como sistemas precisam ser adaptados em caso de algum desvio de atributos de qualidade.

h) Modelar nível operacional do processo de negócio (tarefa 4 da abordagem MABUP)

Definir quais das tarefas precisam ter serviços de suporte às suas execuções.

Apêndice I

Questionário Pós Experimento

Questionário Pós Experimento

Este formulário tem como objetivo avaliar se as os elementos estendidos (Variation Point, Context Event, Operacional Task, Monitored Task, Critical Activity) e suas propriedades necessárias para automação dos processos são entendíveis e úteis.

Qual seu nome? *

Sua resposta

Quanto tempo você usou para fazer o experimento? (Exemplo, se foi em uma hora e doze minutos colocar 01:12) *

Sua resposta

Os elementos estendidos (Variation Point, Context Event, Operacional Task, Monitored Task e Critical Activity) auxiliam na modelagem de características autonômicas? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Critical Activiti

Responda as questões sobre Critical Activity e suas propiedades*

Sabendo Critical Activity é um elemento utilizado para representar a criticidade para o negócio. Analise o elemento em relação ao seu formato (retangular, semelhante a de outras tarefas) e ao ícone (um triângulo com uma exclamação)

Associação Imediata Associação Lógica Sem associação

O elemento estendido Critical Activity foi útil na modelagem do exercício? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Quão fácil foi entender a utilização do elemento Critical Activity? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Qual fácil foi entender a propriedade "Descrição" da Critical Activity? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Monitored Task

Responda as questões sobre Monitored Task e suas propriedades*

Sabendo Variation Point é tipo especial de Tarefa que fornece a característica autônoma necessária de garantida e para que atributos de qualidade. Analise o elemento em relação ao seu formato (retangular, semelhante a de outras tarefas) e ao ícone (um computador)

Associação Imediata Associação Lógica Sem associação

O elemento estendido Monitored Task foi útil na modelagem do exercício? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Quão fácil foi entender a utilização do elemento Monitored Task? *

- Muito fácil
- Fácil

- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "IdOrganizacional" do elemento Monitored Task? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "IdCriticalActiviti" do elemento Monitored Task? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "Descrição" do elemento Monitored Task? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Variation Point

Responda as questões sobre Variation Point e suas propriedades*

Sabendo Variation Point é tipo especial de gateway de evento com a semântica de indicar a variabilidade de desvio de um atributo de qualidade de acordo com um

determinado contexto. Analise o elemento em relação ao seu formato (losango , semelhante a um gateway) e ao ícone (um losango preenchido)

Associação Imediata Associação Lógica Sem associação

O elemento estendido Variation Point foi útil na modelagem do exercício? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Quão fácil foi entender a utilização do elemento Variation Point? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "IdTechnological" do elemento Variation Point? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "IdMonitoredTask" do elemento Variation Point? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil

- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "ANS" do elemento Variation Point? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Context Event

Responda as questões sobre Context Event e suas propriedades*

Sabendo Context Event é um tipo especial de evento onde são inseridas as expressões de contexto que caso sejam atendidas vão ser operacionalizadas. Analise o elemento em relação ao seu formato (oval, semelhante a outros eventos) e ao ícone (um círculo preenchido)

Associação Imediata Associação Lógica Sem associação

O elemento estendido Context Event foi útil na modelagem do exercício? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Quão fácil foi entender a utilização do elemento Context Event? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "IdVariationPoint" do elemento Variation Point? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "Descrição" do elemento Context Event? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "NFRNegativeInfluence" do elemento Context Event? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Operational Task

Responda as questões sobre Operational Task e suas propriedades*

Sabendo Operational Task é tipo um especial de tarefa que implementa as adaptações autônômicas no sistema afim de garantir os atributos de qualidades definidos na modelagem. Analise o elemento em relação ao seu formato (retangular, semelhante a de outras tarefas) e ao ícone (a letra O)

Associação Imediata Associação Lógica Sem associação

O elemento estendido Operacional Task foi útil na modelagem do exercício? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Quão fácil foi entender a utilização do elemento Operacional Task? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "IdContextEvent" do elemento Operacional Task? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "Descrição" do elemento Operacional Task? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

Quão fácil foi entender a propriedade "NFRNegativeInfluence" do elemento Operacional Task? *

- Muito fácil
- Fácil
- Indiferente
- Difícil
- Muito difícil

MABUP

A seguir serão feitas perguntas a respeito da abordagem MABUP

Os elementos estendidos (Variation Point, Context Event, Operacional Task, Monitored Task, Critical Activity) auxiliam na compreensão da abordagem MABUP? *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Você gostaria de adicionar algum comentário à respeito dos elementos estendidos?

Sua resposta

*Obrigatório

Apêndice J

PSSUQ (The Post-Study System Usability Questionnaire)

This questionnaire gives you an opportunity to tell us your reactions to the system you used. Your responses will help us understand what aspects of the system you are particularly concerned about and the aspects that satisfy you. To as great a degree as possible, think about all the tasks that you have done with the system while you answer these questions. Please read each statement and indicate how strongly you agree or disagree with the statement.

Thank you.

1. Overall, I am satisfied with how easy it is to use this system.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

2. It was simple to use this system.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

3. I could effectively complete the tasks and scenarios using this system.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

4. I was able to complete the tasks and scenarios quickly using this system.

- (a) Strongly Agree

- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

5. I was able to efficiently complete the tasks and scenarios using this system.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

6. I felt comfortable using this system.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

7. It was easy to learn to use this system.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

8. I believe I could become productive quickly using this system.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree

(e) Strongly Disagree

9. The system gave error messages that clearly told me how to fix problems.

(a) Strongly Agree

(b) Agree

(c) Neutral

(d) Disagree

(e) Strongly Disagree

10. Whenever I made a mistake using the system, I could recover easily and quickly.

(a) Strongly Agree

(b) Agree

(c) Neutral

(d) Disagree

(e) Strongly Disagree

11. The information (such as on-line help, on-screen messages and other documentation) provided with this system was clear.

(a) Strongly Agree

(b) Agree

(c) Neutral

(d) Disagree

(e) Strongly Disagree

12. It was easy to find the information I needed.

(a) Strongly Agree

(b) Agree

(c) Neutral

(d) Disagree

(e) Strongly Disagree

13. The information provided for the system was easy to understand.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

14. The information was effective in helping me complete the tasks and scenarios.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

15. The organization of information on the system screens was clear.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

16. The interface⁴, of this system was pleasant.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

17. I liked using the interface of this system.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

18. This system has all the functions and capabilities I expect it to have.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

19. Overall, I am satisfied with this system.

- (a) Strongly Agree
- (b) Agree
- (c) Neutral
- (d) Disagree
- (e) Strongly Disagree

⁴The interface includes those items that you use to interact with the system. For example, some components of the interface are the keyboard, the mouse, the screens (including their use of graphics and language).