

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**UM PROCESSO PARA ELICITAÇÃO E
DOCUMENTAÇÃO DE REQUISITOS EM
NÍVEL DE USUÁRIO POR MEIO DE UMA
PESQUISA-AÇÃO EM UMA INSTITUIÇÃO
PÚBLICA**

Luís Eduardo de Souza Santos

**São Cristóvão
2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

Luís Eduardo de Souza Santos

**UM PROCESSO PARA ELICITAÇÃO E
DOCUMENTAÇÃO DE REQUISITOS EM NÍVEL DE
USUÁRIO POR MEIO DE UMA PESQUISA-AÇÃO EM
UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PROCC) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como parte de requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Michel dos Santos Soares

São Cristóvão
2018

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Santos, Luís Eduardo de Souza
S237p Um processo para elicitación e documentação de requisitos em nível de usuário por meio de uma pesquisa-ação em uma instituição pública / Luís Eduardo de Souza Santos ; orientador Michel dos Santos Soares. - São Cristóvão, 2018.
89 f. : il.

Dissertação (mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Sergipe, 2018.

1. Computação. 2. Engenharia de software. 3. Setor público. 4. Software. 5. Processamento eletrônico de dados – Documentação. 6. Usuários de computador. I. Soares, Michel dos Santos orient. II. Título.

CDU 004.4

Luís Eduardo de Souza Santos

**UM PROCESSO PARA ELICITAÇÃO E
DOCUMENTAÇÃO DE REQUISITOS EM NÍVEL DE
USUÁRIO POR MEIO DE UMA PESQUISA-AÇÃO EM
UMA INSTITUIÇÃO PÚBLICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação (PROCC) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) como parte de requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Michel dos Santos Soares, Presidente
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Prof. Dr. Methanias Colaço Rodrigues Júnior, Membro
Universidade Federal de Sergipe (UFS)

Prof. Dr. Marcelo de Almeida Maia, Membro
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

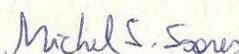


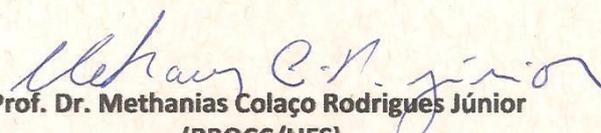
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

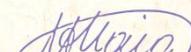
Ata da Sessão Solene de Defesa da Dissertação do
Curso de Mestrado em Ciência da Computação-UFS.
Candidato: LUIS EDUARDO DE SOUZA SANTOS

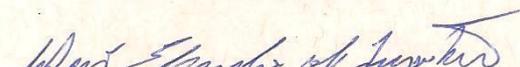
Em 18 dias do mês de outubro do ano de dois mil e dezoito, com início às 14h00min, realizou-se na Sala de Seminário do DCOMP da Universidade Federal de Sergipe, na Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, a Sessão Pública de Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato **Luis Eduardo de Souza Santos**, que desenvolveu o trabalho intitulado: "*Um Processo para Elicitação e Documentação de Requisitos em Nível de Usuário por Meio de uma Pesquisa-Ação em uma Instituição Pública*", sob a orientação do Prof. Dr. **Michel dos Santos Soares**. A Sessão foi presidida pelo Prof. Dr. **Michel dos Santos Soares (PROCC/UFS)**, que após a apresentação da dissertação passou a palavra aos outros membros da Banca Examinadora, Prof. Dr. **Methanias Colaço Rodrigues Júnior (PROCC/UFS)** e, em seguida, ao Prof. Dr. **Marcelo de Almeida Maia (UFU)**. Após as discussões, a Banca Examinadora reuniu-se e considerou o mestrando (a) APROVADO.
“(aprovado/reprovado)” SEM “(com/sem)” ressalvas. Atendidas as exigências da Instrução Normativa 01/2017/PROCC, do Regimento Interno do PROCC (Resolução 67/2014/CONEPE), e da Resolução nº 25/2014/CONEPE que regulamentam a Apresentação e Defesa de Dissertação, e nada mais havendo a tratar, a Banca Examinadora elaborou esta Ata que será assinada pelos seus membros e pelo mestrando.

Cidade Universitária “Prof. José Aloísio de Campos”, 18 de outubro de 2018.


Prof. Dr. **Michel dos Santos Soares**
(PROCC/UFS)
Presidente


Prof. Dr. **Methanias Colaço Rodrigues Júnior**
(PROCC/UFS)
Examinador Interno


Prof. Dr. **Marcelo de Almeida Maia**
(UFU)
Examinador Externo


Luis Eduardo de Souza Santos
Candidato

Ninguém é suficientemente perfeito, que não possa aprender com o outro e, ninguém é totalmente estruído de valores que não possa ensinar algo ao seu irmão.

(São Francisco de Assis)

Agradecimentos

Agradeço aos meus familiares e amigos, que me incentivaram durante todo o mestrado.

À minha esposa Taciana e ao meu filho David, pela compreensão e carinho.

À minha querida mãe, pelos valores ensinados.

Ao meu orientador, Michel, pelos ensinamentos, sabedoria e paciência.

Aos colegas de mestrado, pelos momentos de amizade e motivação.

Aos professores do PROCC, pelo aprendizado.

Aos colegas do NTI pelo companheirismo.

Resumo

A Engenharia de Requisitos se destaca como uma fase fundamental na Engenharia de Software, por instituir uma visão estrita e comum entre o cliente e a equipe do projeto sobre os requisitos do software a ser desenvolvido. É possível encontrar especialistas em codificação de software nas várias linguagens de programação utilizadas atualmente, porém especialistas em requisitos de software são profissionais escassos no mercado. A definição dos requisitos de um software determina o escopo e os limites do sistema que deve ser fornecido. Quando Analistas de Sistemas cometem erros durante as atividades de elicitação e documentação dos requisitos é provável que surjam problemas nas próximas atividades do ciclo de desenvolvimento do software. Os custos despendidos para resolução de problemas inseridos na documentação de requisitos podem elevar-se significativamente à medida que novas fases são iniciadas no ciclo de desenvolvimento. É comum encontrar empresas privadas ou instituições públicas com dificuldades para elicitar e documentar requisitos, seja pela falta de um processo específico ou pelo fato de não possuírem profissionais capacitados para realizarem essas atividades. A realização deste estudo teve como principal motivação a resolução dos problemas relacionados à documentação de requisitos em nível de usuário enfrentados por uma Instituição Pública na condução de seus projetos de software. Para resolver este problema foi realizado um estudo utilizando a metodologia da pesquisa-ação nesta instituição, com objetivo de propor e aplicar um processo para elicitação e documentação de requisitos em nível de usuário. No processo foi utilizado um template para documentação de requisitos utilizando a SysML. Durante a execução do estudo foi realizada uma avaliação qualitativa para avaliar a eficácia do processo. Participaram do estudo de pesquisa-ação doze Analistas de Sistemas representantes da instituição, distribuídos em cinco projetos. A metodologia utilizada mostrou-se eficaz e proporcionou a construção da resolução do problema de forma participativa, envolvendo os pesquisadores e participantes do estudo. Os resultados obtidos sugerem que a intervenção realizada alcançou resultados positivos, inclusive com evidências de melhorias na elicitação e documentação dos requisitos em nível de usuário, em relação às atividades realizadas anteriormente na instituição.

Palavras-chaves: Engenharia Requisitos, Documentação de Requisitos, Requisitos em nível de usuário, Pesquisa-ação, SysML, Setor Público.

Abstract

Requirements Engineering stands out as a key phase within Software Engineering, for establishing a strict and common vision between the client and the project team on software requirements. It is possible to find software coding specialists in a variety of programming languages currently used, but for software requirements few professionals are available. The definition of software requirements determines the scope and system boundary that must be provided. When System Analysts make mistakes during elicitation activities and requirements documentation, problems are likely to arise for next activities on the software development cycle. Costs incurred for problem-solving in the requirements documentation can rise significantly as new phases are initiated on the development cycle. It is common to find private companies or public institutions with difficulties to elicit and document software requirements, either by the lack of a specific process, or because qualified professionals are not available to carry out these activities. The main motivation of this study was the necessity of resolution of problems related to user requirements documentation faced by a Public Institution during development of software projects. To solve this problem, a study was carried out using the action research methodology in this institution, with a goal of proposing and applying a user requirements elicitation and documentation process. In the process, a template was used for documenting requirements using SysML. During the execution of the research, a qualitative evaluation was carried out to verify the effectiveness of the process. In this research, twelve System Analysts represented the public institution, distributed in five projects. The methodology used proved to be effective and provided a participatory construction of problem-solving, involving researchers and participants. Results suggest that the intervention achieved positive results, including evidence of improvements in user requirements elicitation and documentation, in respect to activities previously performed at the institution.

Keywords: Requirements Engineering, Requirements Documentation, User Requirements, Action Research, SysML, Public Sector.

Lista de figuras

Figura 2.1 – Pesquisa x Ação (MCKAY; MARSHALL, 2001)	30
Figura 2.2 – Modelo GQM (Goal, Question, Metric)	31
Figura 2.3 – Exemplo de um processo modelado utilizando BPMN	33
Figura 3.1 – BPMN - Mapeamento do Processo Atual	42
Figura 3.2 – BPMN - Macro processo - Requisitos em nível de usuário	45
Figura 3.3 – BPMN - Subprocesso Elicitar Requisitos	47
Figura 3.4 – BPMN - Subprocesso Documentar Requisitos	48
Figura 3.5 – BPMN - Subprocesso Analisar Requisitos	50
Figura 3.6 – BPMN - Subprocesso Validar Requisitos	51
Figura 4.1 – Gráfico: Respostas positivas ao questionário	63
Figura A.1 – Exemplo: Registrar dados do requisito (Redmine)- Projetos e Convênios	82
Figura A.2 – Exemplo: Lista de Stakeholders - Projetos e Convênios	83
Figura A.3 – Exemplo: Diagrama de Requisitos da SysML (Papyrus) - Boletim de Serviços	84
Figura A.4 – Exemplo: Lista de Conflitos - Boletim de Serviços	85
Figura A.5 – Exemplo: Checklist de Validação - Jubilamento	86
Figura A.6 – Exemplo: Lista de Requisitos - Restaurante universitário	87
Figura A.7 – Exemplo: Documento de Requisitos - Restaurante universitário	88

Lista de tabelas

Tabela 3.1 – Caracterização dos participantes	36
Tabela 3.2 – Template para documentação de requisitos	38
Tabela 3.3 – Papéis e Responsabilidades	43
Tabela 3.4 – Descrição dos Subprocessos	44
Tabela 3.5 – Atividades do Subprocesso Elicitar Requisitos	46
Tabela 3.6 – Atividades do Subprocesso Documentar Requisitos	48
Tabela 3.7 – Atividades do Subprocesso Analisar Requisitos	49
Tabela 3.8 – Atividades do Subprocesso Validar Requisitos	50
Tabela 3.9 – Projetos utilizados na avaliação	54
Tabela 4.1 – Questões e métricas (GQM)	56
Tabela 4.2 – Quant. de Stakeholders	59
Tabela 4.3 – Quant. de Requisitos	59
Tabela 4.4 – Quant. de conflitos entre requisitos identificados	60
Tabela 4.5 – Quant. de requisitos com relacionamentos identificados	61
Tabela 4.6 – Estatística Descritiva do Questionário (N = 12)	62
Tabela 4.7 – Entrevista Avaliação Final: Respostas à pergunta 1	64
Tabela 4.8 – Entrevista Avaliação Final: Respostas à pergunta 2	65
Tabela 4.9 – Entrevista Avaliação Final: Respostas à pergunta 3	67
Tabela 4.10–Entrevista Avaliação Final: Respostas à pergunta 4	68
Tabela 4.11–Entrevista Avaliação Final: Respostas à pergunta 5	69

Lista de abreviaturas e siglas

ABPMP	<i>Association of Bussiness Process Management Professionals</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
BPM	<i>Bussiness Process Management</i>
BPMN	<i>Business Process Model and Notation</i>
COSIT	Coordenação de Sistemas
ER	Engenharia de Requisitos
GQM	<i>Goal, Question, Metric</i>
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
NTI	Núcleo de Tecnologia da Informação
SIGAA	Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas
SIGRH	Sistema Integrado de Gestão de Recursos Humanos
SIPAC	Sistema Integrado de Gestão de Patrimônio, Administração e Contratos
SysML	<i>Systems Modeling Language</i>
TI	Tecnologia da Informação
UFS	Universidade Federal de Sergipe
UML	<i>Unified Modeling Language</i>

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Contextualização	14
1.2	Objetivos	16
1.3	Metodologia	16
1.4	Trabalhos Relacionados	17
1.4.1	Pesquisa-ação na Engenharia de Software	17
1.4.2	Documentação de Requisitos em nível de usuário utilizando SysML	19
1.5	Estrutura da Dissertação	20
2	REFERENCIAL TEÓRICO	22
2.1	Engenharia de Requisitos	22
2.1.1	Elicitação de Requisitos	23
2.1.2	Documentação de Requisitos	23
2.1.3	Análise de Requisitos	24
2.1.4	Validação de Requisitos	26
2.2	SysML (Systems Modeling Language)	28
2.3	Metodologia da pesquisa-ação	29
2.4	Abordagem GQM (Goal, Question, Metric)	30
2.5	Processos de negócios	32
3	DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE PESQUISA-AÇÃO	35
3.1	Planejamento da pesquisa-ação	35
3.2	Primeiro ciclo de pesquisa-ação	37
3.2.1	Proposta de Template para Documentação de Requisitos em Nível de Usuário	37
3.2.2	Análise qualitativa dos atributos propostos para o template	39
3.3	Segundo ciclo de pesquisa-ação	41
3.3.1	Mapeamento do processo atual	42
3.3.2	Processo para Elicitação e Documentação de Requisitos em nível de usuário	43
3.3.3	Análise Qualitativa das Atividades e Artefatos propostos para o processo	51
3.4	Terceiro ciclo de pesquisa-ação	53
3.5	Conclusão do Capítulo	55
4	AVALIAÇÃO DO PROCESSO	56
4.1	Definição do método de avaliação	56

4.2	Planejamento	57
4.3	Operação	58
4.4	Interpretação dos resultados	59
4.4.1	Análise Quantitativa	59
4.4.2	Análise Qualitativa	63
4.4.3	Ameaças à Validade	70
4.5	Conclusão do Capítulo	71
5	CONCLUSÃO	72
5.1	Contribuições deste estudo	73
5.2	Limitações deste estudo	74
5.3	Trabalhos futuros	74
	REFERÊNCIAS	76
	APÊNDICES	81
	APÊNDICE A – EXEMPLOS DOS ARTEFATOS GERADOS NO PRO- CESSO	82

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A Engenharia de Requisitos (ER) é objeto de discussão e estudo e sua importância é reconhecida pelos engenheiros de software desde meados da década de oitenta do século passado (BROOKS, 1987)(BERRY, 2004)(MAFRA et al., 2016). Segundo o IEEE, a ER é uma fase interdisciplinar que faz a mediação entre os domínios do usuário e desenvolvedor para estabelecer e manter os requisitos a serem atendidos pelo sistema, software ou serviço (ISO, 2011). A ER envolve atividades como o estudo da viabilidade, elicitação, documentação, validação, especificação e gerenciamento dos requisitos de um software (LAMSWEERDE, 2000).

Entre os problemas encontrados na ER, os relacionados à documentação de requisitos, que muitas vezes é realizada de forma incompleta e de difícil compreensão pelos envolvidos no projeto, continuam como desafios a serem superados (HALL; BEECHAM; RAINER, 2002)(MAFRA et al., 2016). As principais causas de problemas relacionados à documentação de requisitos em um projeto de software são falhas de comunicação entre equipe de desenvolvimento e o cliente; não utilização de um processo bem definido para realizar ER; utilização de técnicas de elicitação de requisitos deficientes; utilização deficiente ou não utilização de um modelo para documentação dos requisitos e a falta de especialistas em requisitos envolvidos no projeto (FERNÁNDEZ et al., 2015)(MAFRA et al., 2016).

Elicitação e documentação de requisitos são atividades iniciais que consistem na definição das funcionalidades que serão criadas para o software (PRESSMAN; MAXIM, 2016)(BRAUDE; BERNSTEIN, 2016). Os requisitos em nível de usuário são focados no domínio do problema e são o principal meio de comunicação entre os clientes e os desenvolvedores (PAECH et al., 2005). Os requisitos devem ser revisados e aprovados por todos os envolvidos nessa etapa (SOMMERVILLE, 2011). A documentação de requisitos em nível de usuário é utilizada em todas as fases do ciclo de vida do desenvolvimento do software, desde as fases iniciais até a homologação e entrega do produto final (LAPLANTE, 2013)(WIEGERS; BEATTY, 2013)(BRAUDE; BERNSTEIN, 2016).

A partir da documentação de requisitos em nível de usuário, outros artefatos, como requisitos em nível de sistema, que são descrições mais detalhadas dos requisitos, como também diagramas e tabelas que auxiliam na interpretação dos requisitos, podem ser utilizados para apoiar outras fases da Engenharia de Software como a fase de desenvolvimento e testes de software quando são criados o código fonte e os casos de teste (POHL, 2010)(BUEDE; MILLER, 2016). Sendo assim, os defeitos gerados a partir de erros inseridos em um documento de requisitos

podem ser catastróficos para um projeto de software, devido ao efeito cascata gerado pelo uso desse documento em todas as fases do processo (BERRY, 2004). Erros nos documentos de requisitos podem proliferar pelas várias fases do processo de desenvolvimento, levando a um software de baixa qualidade (ELLIS; BERRY, 2013). É importante que os requisitos sejam capazes de transmitir com clareza os objetivos do usuário, que sejam de fácil manutenção e possibilitem aos engenheiros de software validar sua implementação (ISO, 2011).

Para documentar os requisitos de forma eficiente, a UML (*Unified Modeling Language*) se destaca por ser a linguagem mais utilizada na indústria de software (HUTCHINSON et al., 2011)(HUTCHINSON; WHITTLE; ROUNCEFIELD, 2014)(STÖRRLE, 2017). Porém, outras técnicas e linguagens são frequentemente estudadas pela academia por apresentarem funcionalidades que aprimoram ou complementam outras linguagens e técnicas, a exemplo da SysML (*Systems Modeling Language*), que é uma extensão da UML, que possui diagramas específicos para trabalhar com requisitos (SYSML, 2015).

A SysML é uma linguagem com o propósito de especificar, analisar, projetar e verificar software complexos, mitigando uma série de problemas da engenharia de software (CUI; PAIGE, 2012). A SysML pode adaptar a especificação de requisitos, independentemente do nível de detalhe, permitindo ao engenheiro de software detalhar requisitos em nível de usuário, como também pode ser usada para modelar componentes da estrutura interna de um software, o que fortalece sua aplicabilidade em uma ampla gama de projetos (HAMPSON, 2015).

Desta forma, na hipótese de que a SysML possibilita um melhor entendimento aos engenheiros responsáveis sobre os requisitos do software, este trabalho propõe a criação de um processo para elicitar e documentar requisitos em nível de usuário utilizando a SysML para uso ao longo do ciclo de vida do desenvolvimento de um software. O processo foi aplicado em uma instituição pública por meio de uma pesquisa-ação e teve sua eficácia avaliada por meio de uma análise qualitativa.

Pesquisa-ação é um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação, ou do problema, estão envolvidos de modo participativo (THIOLLENT, 2011). A pesquisa-ação foi realizada em uma Universidade Federal, especificamente em seu Núcleo de Tecnologia da Informação que é responsável por toda política e administração de Tecnologias da Informação (TI). Os projetos de desenvolvimento de software realizados neste ambiente específico apresentam os problemas relacionados à documentação de requisitos citados anteriormente, o que motivou a realização deste estudo nesta instituição e o uso da metodologia de pesquisa-ação pela necessidade de realizar uma intervenção para melhoria de um problema específico.

1.2 Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é propor e aplicar um processo para elicitar e documentar requisitos em nível de usuário utilizando a SysML por meio de uma pesquisa-ação em uma instituição pública, para uso ao longo do ciclo de vida de desenvolvimento do software.

De forma a alcançar o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos foram definidos:

- 1 Elaborar um template para elicitação de requisitos que possibilite a criação de documentos de requisitos em nível de usuário utilizando a SysML no contexto de uma instituição pública;
- 2 Elaborar um processo para execução das atividades de elicitação e documentação de requisitos em nível de usuário utilizando o template proposto para criação da documentação utilizando a SysML;
- 3 Aplicar o processo para elicitar e documentar requisitos em nível de usuário por meio de uma pesquisa-ação participativa e sistemática, em um dos projetos de Desenvolvimento de Software do Núcleo de Tecnologia da Informação da Universidade Federal de Sergipe;
- 4 Avaliar qualitativamente a aplicação do processo para validar sua eficácia;
- 5 Publicar os resultados obtidos por meio de artigos científicos.

1.3 Metodologia

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de natureza aplicada e possui uma abordagem qualitativa. Como instrumento de pesquisa foi realizada uma pesquisa-ação.

Neste estudo uma pesquisa-ação foi realizada no Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI) da Universidade Federal de Sergipe (UFS), que por meio da Coordenação de Sistemas (COSIT) é responsável pela manutenção dos Sistemas Integrados de Gestão: SIPAC (Sistema Integrado de Gestão de Patrimônio, Administração e Contratos), SIGRH (Sistema Integrado de Gestão de Recursos Humanos) e SIGAA (Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas). Atualmente, a COSIT vem enfrentando dificuldade para elicitar, documentar e manter os requisitos de software e conseqüentemente também encontra dificuldades nas atividades de rastreabilidade e validação.

Para execução da pesquisa-ação, seguindo as orientações propostas em (MCKAY; MARSHALL, 2001), após a definição do problema, foi realizada uma revisão da literatura com o objetivo de situar o objeto de estudo de acordo com o estado da arte, relacionando-o ao referencial teórico (KITCHENHAM, 2004). Para esta revisão as buscas foram restritas aos últimos dez anos e foram utilizadas quatro bases de conhecimento digitais, IEEE, Scopus, ScienceDirect e ACM.

Em seguida, após um planejamento em conjunto com os participantes, foram iniciados os ciclos de intervenção. Neste estudo foram planejados três ciclos de pesquisa-ação devido a restrição de tempo para conclusão do estudo.

Foi realizado no início de cada ciclo de pesquisa-ação um *workshop* para interação, desenvolvimento e discussão das atividades realizadas em cada ciclo. Um *workshop* permite que os pesquisadores e participantes realizem uma reunião focada nos objetivos e permite envolver os participantes de maneira que os mesmos se sintam proprietários dos resultados (CBOOK, 2013). No primeiro ciclo de pesquisa-ação foi proposto, avaliado em conjunto com os participantes e aprovado um template para documentação de requisitos em nível de usuário, no segundo ciclo foi proposto um processo para elicitación e documentação de requisitos em nível de usuário, suas atividades e artefatos foram criadas em conjunto com os participantes e aprovadas para utilização por todos os envolvidos, e no terceiro ciclo o processo foi aplicado no NTI e foi realizada uma avaliação dos resultados do processo com os participantes.

Ao final de cada ciclo foram realizadas reuniões de *feedback* por meio de entrevistas semi estruturadas com os participantes da pesquisa-ação para analisar os resultados e definir ações para o próximo ciclo de pesquisa-ação (LATUM et al., 1998). Com o encerramento do ciclo e após a reunião de *feedback*, iniciou-se um novo ciclo de pesquisa-ação. A avaliação final do processo ocorreu por meio da aplicação de um questionário e uma entrevista semi estruturada. A abordagem GQM (Goal, Question, Metric) foi utilizada para auxiliar na definição das questões e métricas de avaliação (BASILI; WEISS, 1984). A etapa de coleta dos dados por meio do questionário e entrevista foi realizada de forma individual no último ciclo de pesquisa-ação. Após encerramento da avaliação final a pesquisa-ação foi encerrada.

1.4 Trabalhos Relacionados

Nesta seção são apresentados trabalhos relacionados à este estudo, identificados por meio de uma revisão da literatura acerca dos temas relacionados. Na Seção 1.4.1 são apresentados estudos relacionados à utilização da metodologia da pesquisa-ação em Engenharia de Software e na Seção 1.4.2 estudos relacionados ao contexto da documentação de requisitos em nível de usuário utilizando a SysML.

1.4.1 Pesquisa-ação na Engenharia de Software

No estudo realizado em (SANTOS; TRAVASSOS, 2011), os autores investigaram estudos relacionados à utilização da pesquisa-ação na Engenharia de Software por meio de uma revisão da literatura. Os autores identificaram 21 estudos entre os anos 1999 e 2010, sendo 6 deles voltados para implantação ou melhoria em processos de Engenharia de Software e 3 deles no contexto da Engenharia de Requisitos. Os autores também realizaram um estudo de pesquisa-ação para avaliação de um processo para refatoração de código fonte em um projeto de software de uma

organização sem fins lucrativos voltada para TI em uma universidade federal do Brasil. Os autores descrevem de forma sistemática a avaliação realizada por meio de um estudo experimental, porém não fica claro no estudo a quantidade de ciclos de intervenção realizados.

Em (PETERSEN et al., 2014), os autores relatam os resultados da realização de dois estudos de pesquisa-ação em colaboração com a indústria. Em ambos os casos a pesquisa-ação necessitou de refinamentos nas intervenções realizadas em cada ciclo. Segundo os autores um fator importante e considerado essencial foi a colaboração dos participantes nesse processo de refinamento. No estudo os autores salientam a necessidade de vários ciclos de intervenção até a obtenção de um resultado satisfatório, e sugerem a pesquisa-ação como um método capaz de obter resultados em uma possível colaboração entre academia e indústria.

No estudo (RAMASUBBU, 2014), Ramasubbu relata a realização de um estudo de pesquisa-ação com foco na implementação de um processo de melhoria contínua do desenvolvimento de software de uma empresa multinacional. O autor descreve no estudo as intervenções e os ciclos de pesquisa-ação realizados durante um período de cinco anos em colaboração com a empresa, o que resultou em um processo personalizado que atendeu às necessidades sociais e técnicas das equipes da empresa. Os dois ciclos de pesquisa-ação realizados levaram cerca de dois anos de duração cada, com participação *in loco* do autor na empresa por aproximadamente dezoito meses. O autor relata que após realização da intervenção, a empresa obteve melhorias com o desempenho na gestão de projetos, melhor controle das atividades do projetos e melhor controle de recursos humanos relacionados aos projetos de software. O autor destaca como fator importante no sucesso da intervenção o envolvimento da alta gestão da empresa.

Em (OLIVEIRA; GOLDMAN; SANTOS, 2015), os autores sugerem a adaptação de um framework para gerenciamento de dívida técnica com o framework ágil Scrum. O estudo levou cerca de um ano e foram realizados três ciclos de pesquisa-ação. Os autores relatam que mesmo realizando três ciclos de pesquisa-ação e obtendo importante *feedback* prático, o estudo ainda não é conclusivo pois necessitam realizar mais ciclos para atender e avaliar as mudanças propostas no contexto dos participantes.

Os autores em (SOUSA et al., 2016) utilizaram a pesquisa-ação para implantação de um processo para gestão de demandas de desenvolvimento ágil em uma fábrica de software de uma instituição federal do Brasil. O estudo levou cerca de um ano de duração e foi realizado por meio de dois ciclos de pesquisa-ação utilizando dois projetos piloto. Os projetos foram avaliados com o auxílio da abordagem GQM. Os autores relatam que a transferência gradual de conhecimento realizada por meio de cada ciclo de pesquisa-ação permitiu a implantação do processo com sucesso. Outro ponto positivo destacado foi a realização de treinamentos em cada ciclo para sanar dificuldades de capacitação encontradas durante a realização do estudo.

Os estudos apresentados sugerem que uma pesquisa-ação realizada de forma sistemática pode trazer resultados positivos na parceria entre academia e indústria. Os pontos fortes destacados, como o envolvimento dos participantes e o apoio da gestão da empresa ou organização,

são fatores que possibilitam ações de intervenção mais objetivas, inclusive com possibilidade de enriquecimento técnico e teórico dos participantes representantes da empresa ou instituição. Outro ponto relevante é o tempo de duração de cada estudo e a quantidade de ciclos necessários para alcançar os objetivos, que sugere que a pesquisa-ação necessita de um tempo considerável para sua realização no contexto da Engenharia de Software.

1.4.2 Documentação de Requisitos em nível de usuário utilizando SysML

No artigo (SOARES; CIOQUETTA, 2012), os autores realizaram uma análise acerca dos métodos e linguagens utilizados para a documentação de requisitos em nível de usuário. Os resultados, por meio de uma visão das características dos métodos e linguagens, facilitam a escolha do engenheiro de software entre qual utilizar baseado no contexto do projeto a ser desenvolvido, como também identificar possibilidades de novos estudos acerca dos métodos e linguagens abordados. Os autores destacam que dois ou mais métodos podem ser utilizados em combinação para alcançar um melhor resultado. No estudo, a SysML destacou-se como linguagem que atende a um maior conjunto de critérios específicos para Engenharia de Requisitos, como a rastreabilidade entre requisitos, identificação dos tipos de requisitos, facilidade de interpretação pelos envolvidos, definição de prioridade e representação gráfica dos requisitos, em relação a linguagem natural estruturada, tabelas de decisão, viewpoints e casos de uso.

No estudo (SCANNIELLO et al., 2014), os autores investigaram, por meio de dois experimentos, se os diagramas de Requisitos da SysML oferecem benefícios adicionais em comparação com os diagramas de Casos de Uso da UML, em relação à facilidade de interpretação e documentação de requisitos em nível de usuário. Segundo os autores, os resultados sugerem que o uso do diagrama de Requisitos melhora a compreensão dos documentos sem afetar o tempo gasto para realização da tarefa pelos engenheiros de software.

Em (CHANG et al., 2014), os autores utilizaram um template para elicitação de requisitos e a SysML para documentar requisitos em nível de usuário, e a partir do diagrama de Requisitos gerar outros diagramas de acordo com as regras de transformação definidas pela ATLAS Transformation Language (ATL)(JOUAULT; KURTEV, 2005). O número de campos definidos para o template de requisitos, para atender a quantidade de dados necessários para criação dos diagramas, pode aumentar a dificuldade de atualização e manutenção dos requisitos, e conseqüentemente pode tornar esses artefatos obsoletos em um menor número de iterações. O template utilizado em (CHANG et al., 2014) possui uma grande quantidade de atributos, devido a necessidade de informações suficientes para geração dos diagramas de Atividade e Casos de Uso a partir do diagrama de Requisitos gerado com a utilização do template. Porém, em projetos em que as mudanças nos requisitos são frequentes isso pode tornar-se um problema devido às constantes atualizações necessárias na documentação de requisitos.

No estudo (MUŞAT et al., 2016), os autores utilizaram a SysML para organizar os requisitos e para especificar, em alto nível, a estrutura e a interação entre componentes do software.

Os autores sugerem que a representação baseada em diagrama de Requisitos permite melhor organização, processamento e classificação dos requisitos, em comparação com representações clássicas, como textos em linguagem natural. Os autores salientam que ao criar um modelo semi-formal, as ambiguidades são reconhecidas mais facilmente e evitadas em comparação com a linguagem natural. Porém, é preciso melhorar a compreensão dos requisitos e adicionar formalidades para simplificar a verificação dos requisitos e derivação dos mesmos em casos de teste.

Em (AMYOT et al., 2016), os autores realizaram uma investigação preliminar entre diferentes formas de combinar SysML com a URN (User Requirements Notation)(AMYOT; MUSSBACHER, 2011). O estudo sugere que a SysML e a URN são complementares. Os autores confirmam os benefícios do diagrama de requisitos quanto à compreensão dos requisitos e destacam que as tabelas possuem melhor escalabilidade do que a representação em diagrama, especialmente quando se trata de um grande número de requisitos e relacionamentos. Segundo os autores, comparado com a UML, a SysML é mais simples, pois tem menos tipos de diagramas, oferece conceitos e semânticas mais precisos e oferece melhor suporte para atividades da Engenharia de Requisitos.

Os artigos (MUŞAT et al., 2016) e (AMYOT et al., 2016) relatam o uso da SysML e sua aplicação em diversos tipos de projetos. Os estudos também sugerem que existe uma facilidade para aplicação da SysML na indústria devido seus diagramas serem de fácil compreensão e a possibilidade de utilizar a SysML para complementar uma documentação de requisitos em nível de usuário.

1.5 Estrutura da Dissertação

O texto desta dissertação está organizado em cinco capítulos. Uma breve descrição do conteúdo de cada capítulo é apresentada a seguir.

No Capítulo 2 são apresentados conteúdos relevantes para a realização deste trabalho. É descrita a fundamentação teórica sobre a pesquisa proposta descrevendo conceitos da Engenharia de Requisitos e as atividades de elicitação, documentação, análise e validação de requisitos. Também é descrita a fundamentação teórica da metodologia da pesquisa-ação, conceitos sobre Gerenciamento de Processos de Negócio e a notação para modelagem de processo utilizada neste estudo.

No Capítulo 3 são apresentados o desenvolvimento do estudo de pesquisa-ação. O planejamento da pesquisa-ação é apresentado no item 3.1. A execução dos ciclos de intervenção é apresentada conforme descrito na Seção 3.2, o segundo ciclo na Seção 3.3 e o terceiro ciclo na Seção 3.4.

No Capítulo 4 são apresentados os métodos utilizados para avaliação do processo, a execução da avaliação, e a análise e interpretação dos dados obtidos.

Por fim, no Capítulo 5 são apresentadas as conclusões referente ao trabalho, as limitações do estudo, as principais contribuições e propostas para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os conceitos dos temas abordados no trabalho. As próximas seções estão organizadas da seguinte maneira: na Seção 2.1 é apresentado o referencial teórico sobre Engenharia de Requisitos de Software e suas principais atividades. Na Seção 2.2 é apresentada a linguagem de modelagem SysML, suas principais características e suas formas de representação para requisitos de software. Na Seção 2.3 são abordados os principais conceitos da metodologia utilizada no estudo e na Seção 2.4 são apresentados conceitos referente a abordagem GQM. Por fim são apresentados na Seção 2.5 os conceitos sobre processos de negócios e a modelagem de processos de negócio.

2.1 Engenharia de Requisitos

Requisitos são especificações das funções que devem ser implementadas, descrições de como o software deve se comportar, ou uma propriedade ou atributo do mesmo (WIEGERS; BETTY, 2013). Os requisitos de software podem ser classificados quanto ao tipo como Funcional e Não Funcional (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014). Requisitos Funcionais são declarações de funções que o sistema deve fornecer, como o sistema deve reagir a entradas específicas e como deve se comportar em determinadas situações, como também podem explicitamente declarar o que o sistema não deve fazer. Requisitos Não Funcionais são restrições sobre os serviços ou as funções oferecidos pelo sistema, restrições de tempo, padrões, segurança, entre outros (SOMMERVILLE, 2011).

A Engenharia de Requisitos está envolvida com os objetivos e metas, funções e restrições de um software, além das especificações precisas do comportamento do software para futuras manutenções e atualizações (LAPLANTE, 2013). O processo de ER consiste em atividades de elicitação, documentação, análise, validação e gerenciamento de requisitos (ISO, 2011). Tais atividades constroem uma ponte entre as fases de projeto e construção do desenvolvimento de Software. Essas atividades fornecem mecanismos para identificar aquilo que o cliente deseja, avaliar a viabilidade, documentar a solução sem ambiguidades, validar a documentação e gerenciar as transformações à medida que ocorrem (PRESSMAN; MAXIM, 2016).

A ER fornece importantes artefatos para execução das atividades de desenvolvimento, validação e verificação, testes de sistema e aceitação e uma futura manutenção do sistema (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014). Quando erros são inseridos nas definições dos requisitos, estes podem gerar defeitos que se propagam por todo ciclo de vida do desenvolvimento de um software ocasionando sérios danos financeiros e até riscos à vida humana (BRAUDE; BERNSTEIN, 2016).

Uma estrutura de referência utilizada para ER é a norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011 (POHL, 2016)(BECKER et al., 2016)(FEMMER et al., 2017). Tal norma especifica os processos necessários que devem ser implementados para a Engenharia de Requisitos para produtos de software (incluindo serviços) ao longo do ciclo de vida e fornece diretrizes para aplicar e gerenciar o processo de requisitos junto aos demais processos relacionados (ISO, 2011).

2.1.1 Elicitação de Requisitos

Elicitação é o processo de descoberta dos requisitos. Os engenheiros de software trabalham em conjunto com os demais stakeholders para classificar, priorizar e resolver conflitos entre os requisitos (SOMMERVILLE, 2011). A elicitação está preocupada com a origem dos requisitos de software e como o engenheiro de software pode coletá-los. É a primeira etapa na construção de uma compreensão do problema a ser resolvido (BOURQUE; FAIRLEY et al., 2014). Uma importante atividade durante a elicitação é a de identificação dos stakeholders do projeto, para que os diversos pontos de vista sejam coletados e analisados. Outro ponto importante nesse levantamento é identificar os stakeholders que irão participar das atividades de validação e testes de aceitação que serão realizados durante o ciclo de vida do desenvolvimento do produto.

A norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011 descreve a elicitação de requisitos como uma atividade iterativa onde várias técnicas para identificar requisitos podem ser utilizadas para identificar o conjunto de diversas fontes de requisitos (ISO, 2011). Ela também cita algumas das principais técnicas utilizadas: Workshops; Brainstorming; Entrevistas; Questionários; Observação de ambiente ou padrões de trabalho (Etnografia); Revisão da documentação técnica; Análise de mercado ou avaliação do sistema competitivo; Simulações, prototipagem, modelagem; Processos e sistemas de benchmarking e Técnicas de análise organizacional (Ex. Análise SWOT).

O uso correto de técnicas de elicitação é uma competência decisiva para o sucesso do projeto e melhores resultados são alcançados com uma combinação de várias técnicas diferentes (POHL, 2016).

2.1.2 Documentação de Requisitos

Após a identificação dos requisitos, é de fundamental importância que seja realizada a documentação dos requisitos de forma a registrar todas as informações importantes (SOMMERVILLE, 2011) (PRESSMAN; MAXIM, 2016)(BUEDE; MILLER, 2016). Além de ser a base para as definições técnicas do que vai ser construído, a documentação tem papel importante na comunicação e no estabelecimento de metas, possui relevância jurídica, deve ser acessível e deve ser documentada de forma a satisfazer as exigências de qualidade de todos os envolvidos (POHL, 2016). Documentar os requisitos identificados de forma eficaz é de suma importância para que os dados registrados no documento de requisitos subsidiem as demais atividades do processo.

O documento de requisitos tem um conjunto diversificado de interessados, desde os

gestores de negócio até os engenheiros de software responsáveis pelo desenvolvimento (SOMMERVILLE, 2011). Os requisitos devem ser escritos em diferentes níveis de detalhe, devido à necessidade de serem utilizados por vários tipos de stakeholders, em diferentes etapas, para diferentes fins (SOARES; VRANCKEN, 2007). Para servir de base ao longo do ciclo de vida de desenvolvimento do Software, o documento de requisitos deve atender a determinados critérios de qualidade, isso significa que o documento de requisitos deve ser consistente e sem ambiguidade, claramente estruturado, modificável e extensível, completo e rastreável (POHL, 2016).

É possível ainda classificar os requisitos em duas categorias: requisitos de usuário e requisitos do sistema. Requisitos em nível de usuário descrevem objetivos ou tarefas que o usuário deve ser capaz de executar e que agregam valor ao sistema. Também incluem descrições de características dos atributos do sistema que são importantes para a satisfação do usuário (WIEGERS; BEATTY, 2013). Tais documentos devem ser descritos de modo compreensível pelos usuários que não possuem conhecimentos técnicos relacionados (SOMMERVILLE, 2011). Requisitos em nível de sistema descrevem de forma detalhada o software, eles servem de ponto de partida para a documentação técnica a ser utilizada durante o projeto de software (SOMMERVILLE, 2011)(WIEGERS; BEATTY, 2013).

Os requisitos em nível de usuário são normalmente escritos em linguagem natural com a ajuda de diagramas e tabelas (SOARES; VRANCKEN, 2007). A linguagem natural é uma notação flexível, ela permite que os requisitos possam ser escritos de forma rápida. No entanto, problemas como ambiguidade, falta de precisão na descrição de detalhes, duplicidade de requisitos, definição de requisitos não testáveis podem ser inseridos na documentação de requisitos utilizando linguagem natural (MAVIN et al., 2009). Para evitar esses problemas, os engenheiros de software optam por usar a Linguagem Natural Estruturada que é uma forma restrita de linguagem natural. Sua vantagem é que mantêm a facilidade de leitura e compreensão mas garante um grau de uniformidade à documentação do requisito (SOMMERVILLE, 2011).

A documentação de requisitos em nível de usuário realizada por meio da descrição e diagramas de Casos de Uso da UML é comumente usada pela indústria por se tratar de uma linguagem de domínio pela maioria dos engenheiros de software (HUTCHINSON et al., 2011)(HUTCHINSON; WHITTLE; ROUNCFIELD, 2014)(STÖRRLE, 2017). Um Caso de Uso descreve como o usuário interage com o software definindo os passos necessários para atingir os objetivos específicos.

2.1.3 Análise de Requisitos

A análise de requisitos envolve atividades para lidar com vários problemas com requisitos depois de terem sido identificados e documentados (LAPLANTE, 2013). Quando muitos stakeholders estão envolvidos, provavelmente os requisitos apresentarão conflitos, que podem ser conflitos de interesses de negócio ou conflitos técnicos e de tecnologia. A atividade de Resolução

de conflitos se ocupa de identificar e solucionar esses conflitos. Outra atividade realizada na análise de requisitos é a priorização dos requisitos. Estas atividades necessitam de interação com os stakeholders (SOMMERVILLE, 2011)(POHL, 2016).

Conflitos de requisitos são interações e dependências entre requisitos que podem levar à operação negativa ou indesejada do sistema (KIM et al., 2007). Existem várias técnicas de resolução de conflitos, entre elas pode-se destacar a resolução por meio de acordo, votação ou pelo poder de decisão do stakeholder envolvido (POHL, 2016). O acordo de requisitos tem por objetivo estabelecer uma compreensão única e comum entre todos os stakeholders sobre os requisitos, a votação define por meio de decisão da maioria dos stakeholders e o poder de decisão reflete o poder atribuído a cada stakeholder respeitando a estrutura organizacional. Conflitos não solucionados nos requisitos podem refletir no resultado final do produto fazendo com que os requisitos apresentados por um ou um grupo de stakeholders não sejam devidamente implementados (POHL, 2016).

A priorização dos requisitos determina a necessidade relativa de cada requisito, considerando que todos os requisitos são obrigatórios e que alguns são mais importantes do que outros. Por exemplo, a incapacidade de implementar certos requisitos pode ter um grave impacto que pode colocar em risco o sistema inteiro, enquanto outros requisitos terão consequências muito menores se não forem implementados ou não forem implementados corretamente (ACHIMUGU et al., 2014). A priorização está alinhada com a regra de negócio e com a expectativa do usuário demandante em relação a entrega do produto desejado.

Pode ser encontrado na literatura uma grande quantidade de técnicas para priorização de requisitos (ACHIMUGU et al., 2014) (KHAN et al., 2015)(ASGHAR et al., 2017). Entre as principais está a AHP (*Analytic Hierarchy Process*), que é uma técnica que realiza análise entre requisitos baseada na escolha de atributos e definição de pesos para os mesmos, gerando uma escala de prioridade e realizando comparações utilizando os valores atribuídos a essa escala. Essa análise define quanto maior é a prioridade de um requisito sob outro em relação a um determinado atributo (SAATY, 2008)(KHAN et al., 2015). Embora a AHP proporcione resultados satisfatórios, a técnica apresenta problemas com a escalabilidade e manutenibilidade dos requisitos, como também requer um maior tempo para sua execução em comparação com outras técnicas menos complexas (TONELLA; SUSI; PALMA, 2013)(ACHIMUGU et al., 2014). Algoritmos genéticos estão sendo utilizados na priorização de requisitos em complemento a outras técnicas, como a AHP por exemplo, auxiliando no cálculo da classificação final da priorização do conjunto de requisitos (TONELLA; SUSI; PALMA, 2013)(PITANGUEIRA; MACIEL; BARROS, 2015).

Existem técnicas menos complexas para priorização, entre as mais utilizadas está a técnica dos 100 Dólares, em inglês *Hundred Dollar*, que consiste na distribuição de um valor fictício de 100 dólares a cada stakeholder na priorização dos requisitos. Desta forma é possível distribuir de forma uniforme ou priorizar um requisito com um maior valor para determinar maior prioridade entre os requisitos, no final todos os valores são contabilizados e os requisitos são

priorizados a partir do valor total. Embora a técnica dos 100 dólares seja de fácil utilização, a técnica apresenta problemas na manutenibilidade e na escalabilidade dos requisitos (ACHIMUGU et al., 2014) (KHAN et al., 2015).

A técnica *Top Ten* realiza a priorização por meio de seleção dos dez principais requisitos, definindo a cada dez requisitos um nível de prioridade. A técnica Atribuição Numérica, em inglês *Numerical Assignment*, assim como a *Top Ten*, destaca-se entre as mais utilizadas pela sua facilidade de utilização e pela baixa complexidade na decisão do grau de importância do requisito. Na atribuição numérica, vários requisitos são agrupados em diferentes grupos de prioridade, como grupos de alta, média e baixa prioridade, definindo o grau de importância de cada requisito (KHAN et al., 2015)(ASGHAR et al., 2017).

Outra técnica relativamente simples é o ranqueamento dos requisitos, em inglês *Ranking*. O ranqueamento é realizado atribuindo aos requisitos um número inteiro sendo o número 1 o de mais alta prioridade e o último valor o de menor prioridade. Existem também técnicas que são derivadas de outras técnicas ou criadas a partir da junção de duas ou mais técnicas, por exemplo, a técnica MoSCoW é um tipo de atribuição numérica com base em quatro grupos de prioridade para os requisitos, o que deve ter (Must), o que deveria ter caso possível (Should), o que pode ter se não afetar nada (Could) e o que não terá dessa vez (Won't) (ACHIMUGU et al., 2014)(KHAN et al., 2015). Outro exemplo é a *Planning Game* sugerida pela Extreme Programming (XP) que consiste basicamente da combinação de duas diferentes técnicas, a atribuição numérica e a técnica de ranqueamento, realizadas a cada iteração no desenvolvimento do software (KHAN et al., 2015).

Em (BERANDER; ANDREWS, 2005), os autores sugerem que de forma geral a técnica mais apropriada deve ser simples de utilizar e que deve-se utilizar técnicas mais complexas para decisões mais críticas e sistemas complexos, uma vez que as técnicas mais sofisticadas geralmente são mais demoradas e uma técnica simples pode trazer resultados satisfatórios com um custo menor e em tempo reduzido. Em (KHAN et al., 2015), os autores sugerem levar em consideração na escolha da técnica para priorização dos requisitos a capacidade da técnica em relação a manutenção e escalabilidade destes requisitos, inclusive numa simples alteração de prioridade entre requisitos, devido a constantes mudanças e inserções de novos requisitos ao longo do processo de desenvolvimento do software.

2.1.4 Validação de Requisitos

O objetivo da validação de requisitos é determinar se os requisitos satisfazem os critérios de qualidade definidos, na medida do possível, para detectar e corrigir eventuais erros (POHL, 2016).

Existem diferentes técnicas que podem ser aplicadas para validação sistemática de requisitos. Entre as principais pode-se destacar o Parecer de Especialistas, a Inspeção e a

Walkthrough (termo em inglês para resolução de tarefas por meio de revisão em um passo a passo das tarefas executadas). Essas técnicas podem alcançar resultados mais consistentes quando se somam a outras técnicas como a leitura baseada em perspectiva, a validação por protótipos e a utilização de checklists (POHL, 2016).

Segundo a norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011, cada requisito deve possuir as seguintes **características individuais**:

- **Essencial:** O requisito define uma capacidade essencial, característica, restrição ou fator de qualidade. Se for removido ou excluído, existirá uma deficiência, que não pode ser cumprida por outras capacidades do produto ou processo.
- **Independente de implementação:** O requisito, ao abordar o que é necessário e suficiente no sistema, evita colocar restrições desnecessárias na arquitetura.
- **Sem ambiguidade:** O requisito é indicado de tal forma que pode ser interpretado de uma única maneira. O requisito é indicado de forma simples e fácil de entender.
- **Consistente:** O requisito é livre de conflitos com outros requisitos.
- **Completo:** O requisito declarado não precisa de mais detalhamento porque é mensurável e descreve a capacidade e as características para atender às necessidades dos stakeholders.
- **Singular:** A declaração de exigência inclui apenas um requisito sem uso de conjunções. Apenas um requisito foi definido.
- **Viável:** O requisito é tecnicamente viável, não requer grandes avanços tecnológicos, e se encaixa dentro das restrições do sistema.
- **Rastreável:** O requisito é rastreável para níveis mais abstratos, em relação aos artefatos criados anteriormente. O requisito também é rastreável para níveis menos abstratos, em relação aos artefatos criados posteriormente, como requisitos em nível de sistema, classes e casos de testes. As relações são identificadas de forma que o requisito tenha rastreada a sua origem e implementação.
- **Verificável:** O requisito possui meios que facilitem provar que o sistema satisfaz o requisito especificado.

Além das características individuais para cada requisito, a norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011 também sugere **características para uma documentação de requisitos** em nível de usuário que podem garantir que o conjunto de requisitos estabelecido forneça uma solução viável que atenda as necessidades e restrições dos stakeholders (ISO, 2011). Tais características estão descritas a seguir:

- **Completo:** O conjunto de requisitos não precisa de dados adicionais porque contém tudo o que é pertinente para a definição do software ou funcionalidade especificada. O conjunto não contém pendências do tipo definições ainda não concluídas ou pendentes de especificações ou resoluções de qualquer conflito.
- **Consistente:** O conjunto de requisitos não tem requisitos individuais que são contraditórios. Os requisitos não são duplicados. O mesmo termo é usado para o mesmo item em todos os requisitos.
- **Acessível:** O conjunto completo de requisitos pode ser satisfeito por uma solução que pode ser viável dentro das restrições do ciclo de vida (por exemplo: custo, cronograma, técnico, legal ou qualidade).
- **Limitado:** O conjunto de requisitos mantém o escopo identificado para a solução pretendida sem aumentar além do que é necessário para satisfazer as necessidades dos usuários.

Uma verificação cuidadosa dos requisitos estabelecidos e um design arquitetural rastreável para essas características é fundamental para evitar mudanças descontroladas nos requisitos durante o ciclo de vida, que poderá afetar o custo, o prazo ou a qualidade do software (ISO, 2011)(CONDORI-FERNÁNDEZ et al., 2014)(BJARNASON et al., 2014).

2.2 SysML (Systems Modeling Language)

SysML é uma linguagem gráfica de modelagem que pode ser utilizada na Engenharia de Software para modelagem de sistemas complexos (SYSML, 2015). A SysML é uma extensão da UML e pode ser utilizada para representação de requisitos em nível de usuário por meio do diagrama de Requisitos e da Tabela de Requisitos (SYSML, 2015).

O diagrama de Requisitos da SysML ajuda na organização dos requisitos e também mostra os vários tipos de relações entre diferentes requisitos. O diagrama é útil para padronizar a maneira de especificar requisitos por meio de uma semântica previamente definida (SOARES; VRANCKEN, 2008). A SysML apresenta dois atributos básicos para os requisitos, o *id* que é um identificador único podendo conter números e texto na sua representação e o *text* que é a representação textual ou uma referência à representação textual do requisito (SYSML, 2015).

De acordo com as especificações da SysML em (SYSML, 2015), os tipos de relacionamento entre requisitos e outros elementos do software utilizados pela SysML são:

- *Containment Hierarchy*, representa os relacionamentos entre requisitos em diferentes níveis de hierarquia (Notação: \oplus).
- *Derive*, descreve uma relação entre requisitos quando um requisito é derivado de outro requisito (Notação: $\ll deriveReq \gg$).

- *Satisfy*, descreve quando um requisito tem como objetivo satisfazer especificamente uma exigência de outro requisito. (Notação: $\ll satisfy \gg$).
- *Verify*, relaciona um requisito a um caso de teste especificamente criado para verificação deste requisito. (Notação: $\ll verify \gg$).
- *Refine*, especifica um relacionamento entre um requisito que foi aperfeiçoado por um ou mais requisitos ou elementos que descrevem as propriedades de um requisito com mais detalhes. (Notação: $\ll refine \gg$).
- *Trace*, é um tipo de relacionamento que não tem semântica fortemente definida, e que serve para mostrar que existe relação, o que é importante pra mostrar a rastreabilidade entre elementos. (Notação: $\ll trace \gg$).
- *Copy*, é uma dependência entre um requisito mestre e um requisito escravo. A especificação do atributo *text* do requisito escravo é uma cópia somente leitura do atributo *text* do requisito mestre. Esta relação é útil para reutilizar um requisito específico em outro contexto. (Notação: $\ll copy \gg$).

Esses tipos de relacionamento são utilizados no diagrama de Requisitos e servem a um propósito específico de facilitar a rastreabilidade entre os requisitos em diferentes níveis de abstração. Como exemplo, o uso do relacionamento *derive* permite uma conexão entre um requisito em nível de usuário e um requisito em nível de sistema (HAMPSON, 2015). Um benefício semelhante pode ser visualizado para os relacionamentos do tipo *satisfy*, *verify*, *refine* e *copy* (HAMPSON, 2015).

A Tabela de Requisitos da SysML é usada para representar requisitos, suas propriedades e seus relacionamentos (SYSML, 2015). A Tabela de Requisitos inclui os requisitos em cada linha, com seus atributos representados em suas colunas. Os relacionamentos entre requisitos e outros objetos também podem ser representados em uma tabela usando um estilo de matriz, que nesta perspectiva deve incluir os nomes dos elementos relacionados, os tipos de requisitos e o tipo de dependência entre os requisitos (SYSML, 2015).

2.3 Metodologia da pesquisa-ação

A pesquisa-ação está comprometida com a produção de novos conhecimentos por meio da busca de soluções ou melhorias para situações de problemas práticos (ELDEN; CHISHOLM, 1993)(PETERSEN et al., 2014). Segundo (TRIPP, 2005), pesquisa-ação utiliza-se de técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática.

A Figura 2.1 representa as duas vias de pesquisa-ação apresentadas no estudo (MCKAY; MARSHALL, 2001). A linha tracejada representa o ciclo de atividades com objetivos voltados para resolução do problema e a linha contínua é voltada aos objetivos da pesquisa científica a

ser realizada. Estes dois ciclos não são conduzidos independentemente um do outro, eles estão altamente interligados e ligeiramente contingentes um ao outro (MCKAY; MARSHALL, 2001). Os ciclos de pesquisa-ação ou ciclos de intervenção da pesquisa-ação incluem as atividades básicas para execução das ações que são executadas de forma corrente para realizar melhoras de modo incremental (TRIPP, 2005).

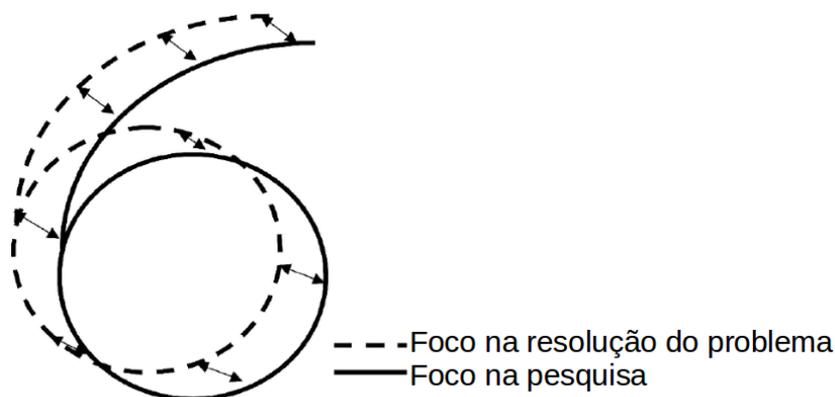


Figura 2.1 – Pesquisa x Ação (MCKAY; MARSHALL, 2001)

O desenvolvimento da pesquisa tem início após a definição do problema a ser resolvido, sua primeira atividade é uma revisão da literatura, para esclarecer questões e identificar os marcos teóricos existentes. Num próximo passo, um projeto de pesquisa é construído com o propósito de encontrar respostas às questões de pesquisa e os objetivos relacionados ao tema. Em seguida, após um planejamento em conjunto com os participantes, são iniciados os ciclos de intervenção. Durante a execução do ciclo o pesquisador permanece sob sua perspectiva teórica e científica. Essas ações são monitoradas em termos de interesses de pesquisa e avaliadas para analisar o efeito que a intervenção teve em relação às questões de pesquisa (MCKAY; MARSHALL, 2001).

Quanto à resolução do problema, após a identificação do problema, inicia-se uma atividade de reconhecimento. O pesquisador se esforça para descobrir mais sobre a natureza e o contexto do problema, os responsáveis e os interessados na solução e, em seguida, em colaboração com os participantes, planeja uma solução para o problema e prossegue para implementar os ciclos de intervenção (MCKAY; MARSHALL, 2001). Nesta perspectiva os dados coletados e a análise realizada possuem foco na observação das metas organizacionais definidas pelos participantes e interessados na solução do problema.

2.4 Abordagem GQM (Goal, Question, Metric)

GQM é uma abordagem orientada a metas para mensurar produtos e processos, observando uma perspectiva *top-down* para mensuração e análise que propõe uma interpretação *bottom-up* dos dados coletados (BASILI; WEISS, 1984).

A abordagem GQM permite desenvolver um conjunto de objetivos de medição para produtos ou processos de software, derivando questões (com base em modelos) que definem esses objetivos o mais completamente possível em uma maneira quantificável, especifica as medidas que precisam ser coletadas para responder a essas questões e acompanha o processo e a conformidade do produto em relação aos objetivos (BASILI et al., 2014). A Figura 2.2 é uma representação do modelo GQM e sua perspectiva *top-down* para mensuração e *bottom-up* para interpretação dos resultados.

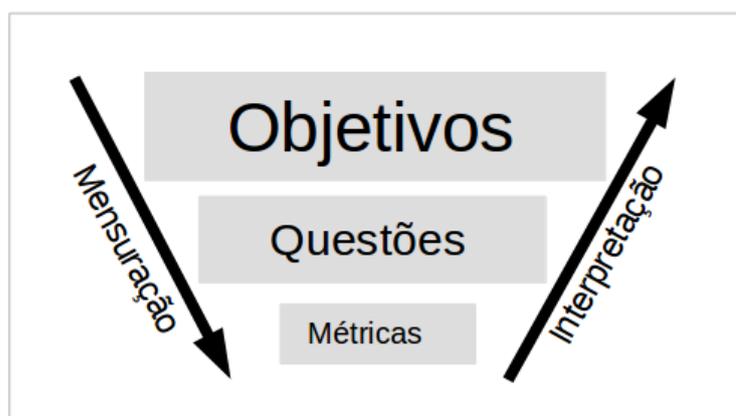


Figura 2.2 – Modelo GQM (Goal, Question, Metric)

Solingen e Berghout propõem quatro fases para condução da GQM: Planejamento; Definição; Coleta de Dados e Interpretação. A fase de planejamento é realizada para atender todos os requisitos básicos para tornar o processo de medição satisfatório, incluindo treinamento, envolvimento da gerência e planejamento do projeto. Durante a fase de definição, todas as metas são identificadas, e para cada meta são definidas todas as perguntas, métricas relacionadas e expectativas (hipóteses). Na fase de interpretação, as medições são usadas para responder as perguntas indicadas e para verificar se as metas definidas foram atingidas (SOLINGEN; BERGHOUT, 1999).

2.5 Processos de negócios

Segundo o guia para Gerenciamento de Processos de Negócios da ABPMP (Association of Business Process Management Professionals) (CBOK, 2013), um processo é uma agregação de atividades e comportamentos executados por humanos ou máquinas para alcançar um ou mais resultados.

O Gerenciamento de Processos de Negócios (*Business Process Management - BPM*) representa uma forma de modelar e gerenciar as operações de negócio que vão além das estruturas funcionais tradicionais (CBOK, 2013). O BPM tem seu escopo voltado para análise, modelagem e gerenciamento de processos de negócios (AALST, 2013). As organizações têm adotado o BPM para compreender, gerenciar e melhorar seus processos e agregar valor ao negócio (PATIG; STOLZ, 2013)(KHODAMBASHI, 2013). O BPM se tornou um conjunto de tecnologias e normas para concepção, execução, administração e acompanhamento das mudanças e resultados dos processos de negócio de uma organização (FABRA et al., 2012).

Modelagem de processos é o conjunto de atividades envolvidas na criação de representações de processos de negócio existentes ou propostos, provendo uma perspectiva ponta a ponta ou de uma parte dos processos (CBOK, 2013). O uso da modelagem pretende minimizar os efeitos divergentes entre o comportamento desejado e o real, promovendo melhor interpretação do processo e permite antecipar desvios comportamentais da sua implementação a partir do modelo correspondente (GEIGER et al., 2018).

O guia CBOK apresenta algumas das notações de modelagem comumente encontradas: BPMN (Business Process Model and Notation); Fluxograma; EPC (Event-driven Process Chain); Diagrama de atividades da UML; IDEF (Integrated Definition Language); Workflow Nets; Value Stream Mapping.

A notação BPMN é um padrão criado pelo Object Management Group, útil para apresentar um modelo para diferentes tipos de stakeholders (OMG, 2011)(CBOK, 2013). A partir de um conjunto de elementos para modelagem de diferentes aspectos de processos de negócio, a BPMN possibilita descrever claramente os relacionamentos e os fluxos de atividades do processo indicando eventos de início, meio e fim. Os elementos organizados em conjuntos descritivos e analíticos permitem atender a diferentes necessidades de utilização (CBOK, 2013). A BPMN foi especialmente desenvolvida para facilitar a interpretação das regras de negócio de uma organização tanto por especialistas do domínio quanto por atores externos ao domínio, melhorando o entendimento do processo (PILLAT et al., 2015).

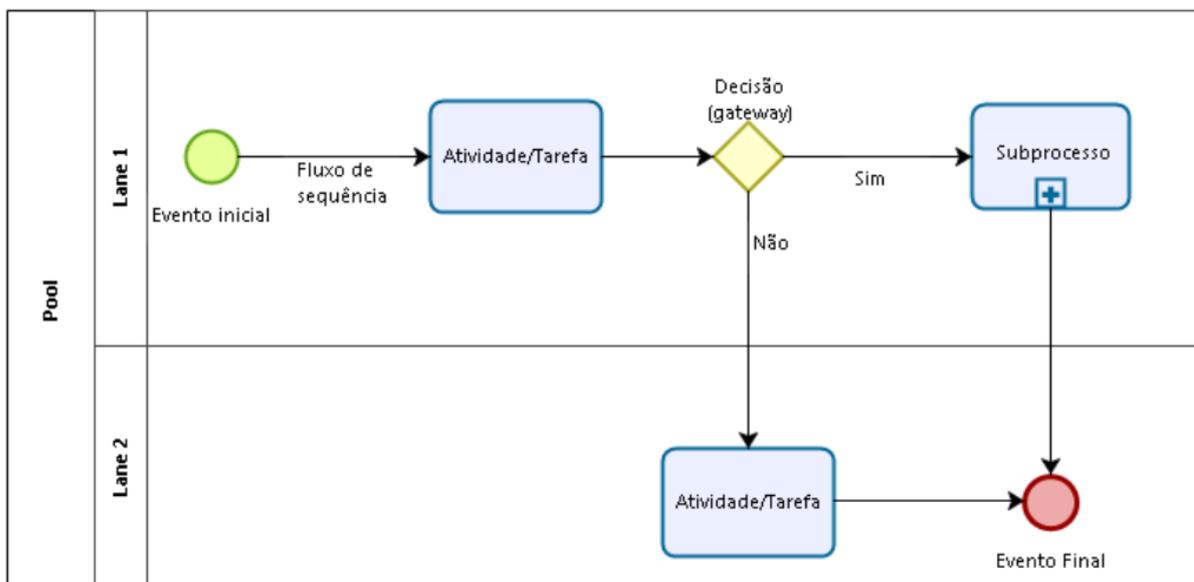


Figura 2.3 – Exemplo de um processo modelado utilizando BPMN

A Figura 2.3 apresenta um exemplo do uso da notação BPMN e seus elementos básicos. A partir da notação gráfica é possível especificar diagramas de processos de negócio por meio de fluxos, eventos, atividades e resultados de decisões de negócios. A BPMN permite que as atividades e tarefas do processo de negócio sejam organizadas por meio de *Swimlanes* que permitem organizar e categorizar as atividades. Uma *Swimlane* é um contêiner gráfico utilizado para separar um conjunto de atividades de outras atividades. O BPMN tem dois tipos diferentes de Swimlanes, *Pool* e *Lane*. Um *Pool* é um contêiner utilizado para representar um processo de negócio, cada *Pool* representa apenas um processo de negócio. Uma *Lane* é geralmente utilizada para organizar e categorizar atividades em um *Pool* e são frequentemente usadas para representar atores do processo (OMG, 2011).

Um evento inicial é um elemento que indica quando um determinado processo é iniciado. O evento inicial é representado por um círculo, desenhado com uma linha simples, e na maioria das ferramentas apresenta a cor verde. As atividades realizadas no processo de negócios são representadas por um retângulo. Os tipos de atividades podem ser do tipo tarefa ou Subprocesso. Um atividade do tipo Subprocesso é a representação de uma atividade que contém outras atividades, ou seja, um outro processo. Uma vez solicitado o início de um subprocesso, as atividades que compõem o subprocesso são executadas a partir do seu evento inicial, retornando ao processo de origem após encerramento do subprocesso por meio do seu evento final.

Os fluxos de sequência são elementos de conexão entre atividades que mostram a ordem em que as atividades são executadas em um processo e é representado com uma linha contínua e uma seta. Estes fluxos de sequência possuem apenas uma origem e um destino. Os *gateways* são elementos de decisão utilizados para controlar as fluxos de sequência que possuam caminhos alternativos e são representadas por um losango. O elemento evento final serve para representar

o encerramento do processo. O evento final compartilha a mesma forma básica do evento inicial, um círculo, mas é desenhado com um linha única grossa, e representado na maioria das ferramentas com a cor vermelha. Outros elementos e a versão completa da notação BPMN podem ser encontrados no documento oficial de especificação em (OMG, 2011).

Atualmente a BPMN é considerada uma notação padrão e de ampla aceitação na indústria para modelagem de processos de negócio (CHINOSI; TROMBETTA, 2012)(LEOPOLD; MENDLING; GÜNTHER, 2016)(GEIGER et al., 2018).

3 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE PESQUISA-AÇÃO

Neste capítulo é apresentado o desenvolvimento do estudo de pesquisa-ação por meio da definição do problema, seleção dos participantes representantes da instituição e o planejamento inicial conforme apresentado na Seção 3.1. Também é apresentada a execução dos três ciclos de intervenção realizados. Os três ciclos de pesquisa-ação são apresentados respectivamente nas seções 3.2, 3.3 e 3.4.

3.1 Planejamento da pesquisa-ação

Em reunião realizada entre Analistas de Sistemas, Coordenador de Sistemas, Diretor do NTI e os pesquisadores deste estudo, foi identificado que o NTI não possui um processo de Engenharia de Requisitos, atividade que tem sido executada *Ad-hoc* pelos Analistas e programadores envolvidos em cada projeto. Considerando este cenário, um processo para elicitação e documentação de requisitos em nível de usuário foi proposto, aplicado e avaliado, uma vez que, como atividades iniciais em um projeto de desenvolvimento de software, é de suma importância que sejam executadas com efetividade para que as fases posteriores transcorram com o menor índice possível de defeitos. O NTI disponibilizou uma equipe de doze Analistas de Sistemas para participação no projeto.

O processo de seleção dos participantes ocorreu por conveniência. Os participantes desta pesquisa foram selecionados a partir de cinco projetos em andamento no NTI. Em todos os projetos as etapas de elicitação e documentação de requisitos já foram realizadas. Os participantes escolhidos, um total de 12 Analistas, participaram das atividades realizadas nos ciclos de pesquisa-ação. Uma lista com os participantes e suas características estão dispostas na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Caracterização dos participantes

Participante	Idade	Experiência em desenvolvimento de software(anos)	Experiência no NTI (anos)
P1	26	04	02
P2	25	02	02
P3	24	06	02
P4	34	12	12
P5	32	10	10
P6	26	06	06
P7	27	04	04
P8	33	03	03
P9	24	04	04
P10	25	02	01
P11	25	03	03
P12	30	10	05

Entre os selecionados, apenas dois participantes (16,7%) ainda não possuem nível superior completo. Três participantes (25,0%) possuem 10 anos ou mais de experiência em desenvolvimento de software, dois participantes (16,7%) possuem experiência entre 05 e 09 anos e sete participantes (58,3%) até 04 anos de experiência, incluindo os não graduados.

Com relação ao cargo dos participantes, todos exercem a função de Analista de Sistemas, todos os profissionais participam tanto das atividades de análise quanto de programação. Tais profissionais contribuem tanto com a elicitação e documentação de requisitos quanto com o design e codificação do software. Todos os participantes fazem parte do quadro funcional do Núcleo de Tecnologia da Informação da UFS.

O planejamento inicial foi realizado após a revisão da literatura, apresentada no Seção 1.4 desta dissertação. Três ciclos de pesquisa-ação foram definidos nesta pesquisa conforme descrito a seguir. Para um primeiro ciclo de intervenção foi definido como objetivo a proposta de um template para elicitação e documentação de requisitos em nível de usuário; para um segundo ciclo a proposta de um processo para elicitar e documentar requisitos em nível de usuário foi estabelecida como objetivo; e para o terceiro ciclo foram realizadas as atividades de execução e avaliação do processo proposto.

Embora seja realizado para cada ciclo de pesquisa-ação um planejamento específico, é permitido ao pesquisador fazer ajustes adequadamente durante o processo de aprendizagem e implementação de melhorias, devido às características semelhantes a um processo de melhoria contínua da pesquisa-ação (PETERSEN et al., 2014). Seguindo esta afirmação, os ciclos de

pesquisa-ação seguiram as atividades de planejamento, implementação e análise do ciclo, conforme sugerido em (MCKAY; MARSHALL, 2001), podendo sofrer alterações caso necessitem de ajustes pontuais.

3.2 Primeiro ciclo de pesquisa-ação

Neste primeiro ciclo foi realizado um *workshop* para alinhamento com os participantes da pesquisa-ação em relação aos métodos, abordagens, técnicas e tecnologias utilizadas, como também a definição das metas institucionais observadas. Também neste primeiro ciclo foi proposto o template para requisitos em nível de usuário, que foi apresentado pelos pesquisadores e será avaliado pelos participantes, por meio de entrevista semi-estruturada, para que os atributos necessários para documentação desses requisitos, no contexto desta pesquisa-ação, sejam validados.

O primeiro *workshop* foi realizado no dia 12 de dezembro de 2017 com a presença de todos os participantes. De início, foram detalhados aos participantes a metodologia da pesquisa-ação e as atividades que deveriam ser realizadas em cada ciclo de intervenção para este projeto. Também foi destacado o número de encontros presenciais, a priori duas reuniões a cada ciclo, sendo uma reunião geral em formato de *workshop* e outra de *feedback*.

A SysML foi apresentada em um contexto geral e foi detalhado o seu uso em relação aos requisitos de software. A tabela de Requisitos e o diagrama de Requisitos foram apresentados para os participantes, sendo destacadas suas principais características e sua aplicabilidade no contexto do Núcleo de Tecnologia da Informação da UFS. Participaram da reunião como Instrutor um dos Pesquisadores deste estudo e como ouvintes os participantes representantes da instituição nesta pesquisa-ação.

Por fim, foi apresentado aos participantes o template proposto e foram detalhados cada um dos seus atributos. Também foi definido que a reunião de *feedback* deste ciclo seria realizada na forma de entrevista individual para avaliação dos atributos do template apresentado. Os resultados da entrevista estão descritos na Seção 3.2.2.

3.2.1 Proposta de Template para Documentação de Requisitos em Nível de Usuário

O objetivo é definir um template estruturado que auxilie o engenheiro de software na elicitação e documentação de requisitos capaz de fornecer as informações necessárias para a codificação e testes do software pela equipe do NTI da UFS, que possibilite o uso da SysML por meio do seu Diagrama de Requisitos e Tabela de Requisitos.

O template foi aplicado na elicitação dos requisitos em complemento a técnicas de elicitação convencionais utilizadas pelos desenvolvedores de software do NTI. As informações para

preenchimento do template foram identificadas e coletadas por meio de entrevistas, brainstorm, questionários, análise de processos de negócio, observação em campo, análise de documentos de valor legal como Leis, Resoluções e Portarias e outras técnicas que possam ser necessárias para condução do projeto. A SysML foi utilizada para facilitar a interpretação e visualização dos requisitos criados. O Diagrama de Requisitos e a Tabela de Requisitos foram gerados a partir dos atributos registrados.

Atualmente, os requisitos em nível de usuário são documentados pela equipe do NTI utilizando um documento com uma lista de requisitos com apenas dois atributos. Um atributo de identificador único (ID) e uma descrição em linguagem natural do requisito. Para criação do template, foi analisada a conformidade do template proposto, por meio dos seus atributos, em relação às características individuais dos requisitos segundo a norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011 (ISO, 2011).

Os atributos propostos para compor o template de requisitos em nível de usuário para o NTI estão descritos na Tabela 3.2. A coluna Atributo descreve o nome do atributo proposto para ser utilizado no template, a coluna Tipo de Dado descreve o tipo específico do dado a ser armazenado e a coluna Descrição/Motivação descreve a necessidade de utilização deste atributo e sua função no template.

Tabela 3.2 – Template para documentação de requisitos

Atributo	Tipo de dado	Descrição/Motivação
ID (*)	Numérico	Baseado na SysML (ID).
Nome (*)	Texto	Baseado na SysML (Text).
Descrição	Texto	Descrição textual detalhada do requisito e regra de negócio.
Data (*)	Data	Registro de data de abertura e data de modificação.
Status (*)	Texto	Status do requisito (Novo, Aprovado, Cancelado, Finalizado).
Participantes externos	Texto	Lista de envolvidos na definição e validação do requisito.
Funcional ou Não Funcional (*)	Texto	Informar se um Requisito é do tipo Funcional ou Não Funcional.
Prioridade (*)	Texto	Definição do grau de importância do Requisito (Alto, Médio, Baixo).
Documentação Legal	Documentos Externos	Campo para anexar documentos. Motivado pela necessidade de relacionar um requisito a uma norma ou dispositivos de Lei.
Relação com outros módulos do sistema	Texto	Registro de dependências entre módulos ou sistemas conhecidas, pelos participantes e engenheiros. Motivado pela dificuldade atual de rastreabilidade de impacto de mudanças entre funcionalidades, módulos e sistemas.
Relacionamento entre Requisitos	ID Requisito/ Tipo de Relação	Tipo de Relacionamento baseado na SysML. (Containment, Derive, Satisfy, Verify, Refine, Trace, Copy)

Os atributos marcados com o símbolo de um (*) referem-se aos campos obrigatórios necessários para uma documentação mínima do requisito.

3.2.2 Análise qualitativa dos atributos propostos para o template

Em entrevista semi-estruturada realizada no dia 19 de dezembro de 2017, todos os 12 participantes da pesquisa-ação, representantes da instituição, foram entrevistados individualmente com intuito de coletar informações referentes aos atributos propostos no template. Cada entrevistado teve um tempo de dez minutos para responder as questões. As respostas foram coletadas pelo entrevistador por meio de anotações individuais para cada entrevistado. A Tabela 3.1 apresenta o perfil dos participantes.

Durante a entrevista, foram realizadas as seguintes perguntas:

- 1 Algum atributo do template proposto pode ser considerado desnecessário para utilização no Template?
- 2 Algum atributo pode ser considerado necessário incluir no template? Qual a motivação para usar este atributo?
- 3 Existe algum documento que seja gerado a partir dos requisitos? Qual sua finalidade?

Com relação à primeira pergunta, sobre algum atributo que é desnecessário no template, 100 % dos entrevistados não identificaram nenhum atributo desnecessário. Os Analistas de Sistemas destacaram a importância do atributo 'Documentação legal' que muitas vezes é o principal motivador de novos requisitos e não é atualmente utilizado na documentação de requisitos. Outros atributos destacados na entrevista foram os 'Participantes externos' e 'Relação com outros módulos do sistema'. O primeiro lista os envolvidos com a definição daquele requisito, e o segundo registra os possíveis relacionamentos com outros módulos baseados na experiência dos envolvidos que segundo os participantes ajuda a determinar o domínio e o impacto daquele requisito. Outro ponto importante foi a declaração por parte dos entrevistados sobre uma expectativa por uma visão dos relacionamentos dos requisitos por meio de um diagrama, reflexo do que foi apresentado no *Workshop* por meio do diagrama de Requisitos da SysML.

Com relação à segunda pergunta, os entrevistados solicitaram, em sua totalidade, que um campo para identificação do tipo funcional ou não funcional do requisito fosse incluído. Outro atributo solicitado e que foi incluído foi o 'Nome', segundo a maioria dos participantes, inclusive os mais experientes, os atributos 'ID' e 'Nome' correspondem no template aos campos básicos sugeridos pela SysML (ID e Text) e o campo 'Descrição' será um campo não obrigatório para descrever a justificativa e detalhes da regra de negócio daquele requisito, esta informação

é fornecida pelo usuário demandante ou identificado na elicitação pelo Analista. Outro campo sugerido pela maioria dos participantes foi um campo para determinar o ‘grau de importância’ do requisito, neste caso foi adicionado o atributo ‘prioridade’ para atender a essa necessidade.

Um ponto que merece destaque durante a coleta de respostas da segunda pergunta foi a dificuldade dos participantes em relação a diferença entre requisitos em nível de usuário e requisitos em nível de sistema, mesmo entre os mais experientes. Em alguns casos os participantes sugeriram atributos com um nível de detalhe técnico ainda não abordado nesta fase do projeto, por exemplo detalhes das tabelas no banco de dados e referências a classes do código fonte e estes atributos foram rejeitados. Outros atributos sugeridos e que também foram rejeitados tratavam-se de informações referentes a gestão do projeto como dados de reuniões entre os Analistas e usuários e dados referentes a métricas como pontos de função do projeto.

Com relação à terceira e última pergunta, todos os entrevistados indicaram, como documento gerado pelos Analistas de Sistemas a partir dos requisitos em nível de usuário, uma lista contendo os requisitos com os dados como o ID, descrição do requisito, data e responsáveis pela aprovação destes requisitos. Este artefato é assinado pelos Analistas de Sistemas responsáveis pela criação do software e pelo usuário demandante. Diante desta afirmação, os participantes confirmaram que os dados necessários para criação do documento estão incluídos no template, atendendo esta necessidade interna. A forma como será gerada e assinada essa lista de requisitos será tratada no segundo ciclo de pesquisa-ação.

Embora a participação dos Analistas de Sistemas tenha sido ativa em relação às respostas, devemos salientar que fatores como vergonha, desejo de não se expor, conhecimento teórico deficiente e positivismo em relação aos resultados esperados podem gerar ameaças a validade das respostas à entrevista de *feedback*.

Por fim, com as alterações realizadas, o template foi aprovado por unanimidade e utilizado no processo para documentação de requisitos a ser proposto. O template final está representado na Tabela 3.2 por meio dos seus atributos.

Com a definição e aprovação dos atributos do template pelos participantes, o primeiro ciclo de pesquisa-ação foi encerrado. A participação ativa dos representantes da instituição ficou destacada como ponto positivo. Como ponto negativo pode-se destacar o conhecimento relacionado a Requisitos de Software demonstrado pelos participantes, inclusive quanto aos limites entre requisitos em nível de usuário e requisitos em nível de sistema. Desta forma, foi proposto um novo *workshop* para o segundo ciclo de pesquisa-ação com o tema Requisitos de Software para alinhamento entre os participantes.

3.3 Segundo ciclo de pesquisa-ação

Para o segundo ciclo de pesquisa-ação, o mesmo planejamento do primeiro ciclo foi mantido, com uma reunião em formato de *workshop* e reuniões de *feedback* por meio de entrevistas individuais.

Este segundo ciclo caracteriza-se pela proposta do processo para realização da elicitación e documentação de Requisitos em nível de usuário utilizando o template proposto no primeiro ciclo, como também a validação do processo por meio do *feedback* dos participantes acerca das atividades e artefatos propostos. Porém, sua execução será realizada no próximo ciclo. Neste próximo ciclo tanto o template quanto o processo e seus artefatos serão avaliados de forma sistemática.

Mantendo o planejado, um *workshop* foi realizado para rever os resultados do primeiro ciclo, também foi realizada uma apresentação sobre fundamentos em Engenharia de Requisitos com foco em requisitos em nível de usuário, com objetivo de revisar os conhecimentos na área para os participantes da pesquisa-ação, para atender a demanda gerada a partir das entrevistas realizadas no primeiro ciclo.

Também foi proposto um processo para Elicitación e Documentación de Requisitos em nível de usuário por meio de uma apresentação para os participantes desta pesquisa-ação. Em sequência, foi realizada uma entrevista semi-estruturada e individual com os participantes para validar o processo, incluindo suas atividades e artefatos. Esta entrevista foi realizada em uma etapa posterior, com intervalo de uma semana, para que os participantes pudessem analisar as atividades e artefatos gerados no processo proposto.

Neste segundo ciclo, por solicitação dos participantes e da coordenação do NTI, o *workshop* foi realizado em três reuniões, devido a manutenção das atividades realizadas no NTI naquele período pelos participantes o que poderia prejudicar o andamento dos projetos. As reuniões foram realizadas nos dias 21, 26 e 28 do mês de março de 2018. A primeira reunião teve a participação de seis Analistas de Sistemas e a segunda e terceira de três Analistas de Sistemas em cada. Embora realizadas em dias diferentes, as reuniões do *workshop* seguiram o mesmo roteiro conforme descrito a seguir.

A reunião foi iniciada com uma revisão dos objetivos da pesquisa-ação e com os resultados do primeiro ciclo. Em seguida, de forma a mitigar uma das ameaças identificadas na conclusão do primeiro ciclo, um treinamento em Requisitos de software com foco na diferença entre requisitos em nível de usuário e em nível de sistema foi realizado.

Dando continuidade ao objetivo principal do segundo ciclo, que consiste na proposta do Processo para Engenharia de Requisitos baseado na SysML, foi apresentado o processo proposto e suas atividades e artefatos. Após a apresentação do processo, houve interação entre os participantes e os pesquisadores em uma breve discussão sobre as atividades e artefatos propostos. Essa discussão, realizada em forma de *brainstorm*, foi iniciada propositalmente pelo pesquisador

condutor do *workshop* para estimular a contribuição dos participantes na definição do processo proposto. Essa atividade foi realizada nas três reuniões e durou cerca de 20 minutos na primeira reunião e cerca de 10 minutos nas outras duas reuniões. O foco foi sobre o entendimento da sequência das atividades e os artefatos gerados em cada etapa, com o objetivo de sanar possíveis dúvidas que pudessem comprometer a reunião de *feedback* planejada. Após encerramento da discussão, o material utilizado na apresentação e que descreve o processo proposto e suas atividades e artefatos foi disponibilizado para os participantes.

Por fim, a validação das atividades e artefatos propostos no processo foi realizada por meio de uma entrevista semi estruturada realizada individualmente após uma semana da realização de cada reunião. Os resultados da entrevista estão descritos na Seção 3.3.3.

3.3.1 Mapeamento do processo atual

Propostas de mudanças em processos devem ser iniciadas com o entendimento do estado atual, ou seja, não se deve omitir ou simplesmente começar do zero como se a organização não tivesse algum passado (CBOK, 2013). Desta forma, foram identificados os participantes, as atividades e os artefatos do processo atual por meio da análise de projetos realizados anteriormente e com os dados coletados pelos pesquisadores durante as reuniões com os Analistas participantes e por meio da observação em campo.

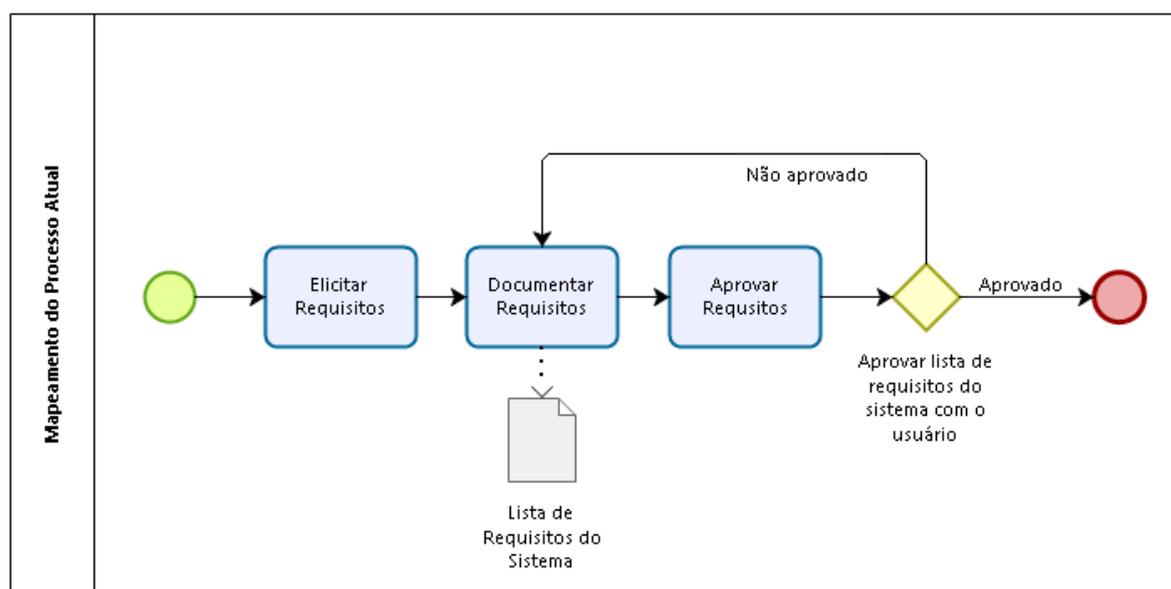


Figura 3.1 – BPMN - Mapeamento do Processo Atual

Como descrito pelos representantes da instituição no início deste estudo, as atividades realizadas atualmente foram descritas como realizadas de forma *ad-hoc* com algumas tarefas obrigatórias a serem executadas pelos Analistas de Sistemas.

A solicitação de demanda de um novo software é realizada por meio de um questionário disponibilizado online. Após receber esta demanda, os Analistas de Sistemas emitem um parecer sobre o impacto e a possibilidade de realização do projeto que após autorização da coordenação de sistemas do NTI pode iniciar o projeto.

A primeira atividade realizada para o processo é a Elicitação, iniciando assim o processo atual, que é realizado por meio de técnicas como entrevistas e *brainstorm*, escolhidas de acordo com as habilidades individuais de cada Analista de Sistemas e da necessidade do projeto.

A Documentação é realizada com a descrição dos requisitos em um documento, uma tarefa considerada obrigatória pela coordenação de sistemas devido a necessidade de definir o escopo do projeto junto ao usuário demandante. Após a criação deste documento, uma reunião com os usuários é realizada para validação e aprovação dos requisitos, encerrando assim o processo. Com o encerramento, os Analistas de Sistemas prosseguem com as atividades como a criação de tarefas de codificação para os programadores, casos de teste e documentação do software.

3.3.2 Processo para Elicitação e Documentação de Requisitos em nível de usuário

O objetivo é definir um processo para elicitação e documentação de requisitos em nível de usuário, utilizando o template proposto no primeiro ciclo de pesquisa-ação, definindo suas atividades e artefatos, em concordância com os objetivos institucionais do Núcleo de Tecnologia da Informação da Universidade Federal de Sergipe.

Neste estudo, o processo proposto contemplará as atividades necessárias para realização da elicitação, documentação, análise e validação dos requisitos em nível de usuário para os projetos de software do NTI.

Tabela 3.3 – Papéis e Responsabilidades

Papel	Descrição
Analista de Sistemas	Responsável técnico pela execução do processo de requisitos em nível de usuário, inclusive por coletar, documentar e analisar os requisitos durante o processo.
Cliente	Usuário demandante que é responsável pela solicitação do sistema, definição e aprovação dos requisitos.

Tabela 3.4 – Descrição dos Subprocessos

Nome do Subprocesso	Descrição
Elicitar Requisitos	Compreende as atividades relacionadas à identificação dos stakeholders e as definições da regra de negócio do sistema em requisitos de software.
Documentar Requisitos	Compreende as atividades relacionadas à documentação dos requisitos, incluindo a geração de artefatos da SysML.
Analisar Requisitos	Compreende as atividades relacionadas à análise de conflitos entre requisitos e priorização dos mesmos pelo seu grau de importância.
Validar Requisitos	Compreende as atividades relacionadas à validação dos requisitos em conformidade com a norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011, e geração da lista de requisitos em nível de usuário definidas para o sistema e aprovação dos requisitos pelo Cliente.

O processo é composto de quatro macro atividades ou subprocessos: Elicitar Requisitos, Documentar Requisitos, Analisar Requisitos e Validar Requisitos. Dentro de cada subprocesso, existe um conjunto de atividades a serem realizadas para conclusão de cada tarefa. O processo sugerido é baseado na norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011, observando as características propostas para um conjunto de requisitos. A execução do processo resultará em um conjunto de requisitos que servem de apoio a decisões arquiteturais, a rastreabilidade e a decomposição destes requisitos durante o ciclo de vida de desenvolvimento do software, colaborando com a definição da estrutura do sistema, e definição de um conjunto de artefatos mais detalhados (ISO, 2011). As características sugeridas pela norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011 norteiam a definição das atividades e artefatos deste processo. Tais características ajudam na definição de um conjunto de requisitos em concordância com as características individuais e critérios de qualidade para cada Requisito. O processo pode ser utilizado tanto em metodologias de desenvolvimento que seguem um modelo cascata como também por metodologias ágeis que seguem um modelo iterativo e incremental. Para modelos em cascata a fase de Requisitos mantêm-se estruturada com as atividades e artefatos propostos. Em modelos considerados ágeis o processo proposto sugere por meio de suas atividades um melhor gerenciamento e avaliação de impacto na inserção, retirada ou manutenção de requisitos ao longo do ciclo de desenvolvimento do software.

Os papéis definidos para o processo estão dispostos na Tabela 3.3. A coluna papel apresenta o nome do papel e a coluna Descrição descreve a responsabilidade daquele papel durante o processo. São necessários dois papéis neste processo, o de Analista de Sistemas e o de Cliente. O papel Analista de Sistemas é o responsável e principal executor do processo. Outro papel é o Cliente que representa o usuário demandante e/ou detentor da regra de negócio do software, que embora não seja responsável pela execução de nenhuma atividade ou tarefa do processo, é fundamental a sua identificação uma vez que o mesmo é participante de atividades essenciais no processo.

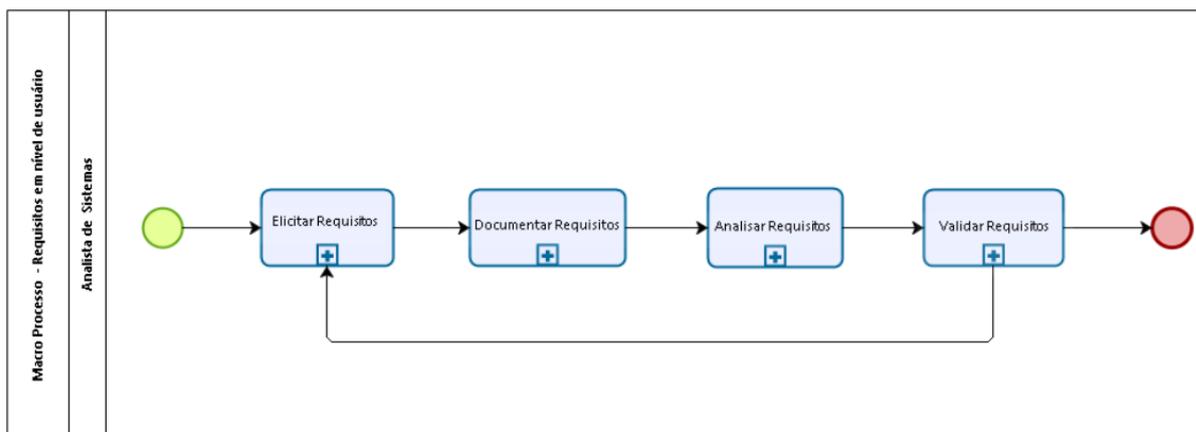


Figura 3.2 – BPMN - Macro processo - Requisitos em nível de usuário

Os subprocessos estão detalhados na Tabela 3.4, que contém o nome e a descrição dos mesmos. A Figura 3.2 apresenta a modelagem do macro processo.

Neste estudo foi utilizada a notação BPMN para modelagem do processo, justifica-se sua escolha por ser considerada uma notação de ampla aceitação na indústria. Também pode-se justificar a escolha da BPMN devido o domínio do uso da notação pelos Analistas de Sistemas do NTI. Para modelagem foi utilizada a ferramenta *Bizagi Process Modeler* em sua versão gratuita que dá suporte à notação BPMN (BIZAGI, 2018). A *Bizagi Process Modeler* é uma ferramenta de uso comum entre os Analistas de Sistemas do NTI, inclusive os participantes deste estudo.

As atividades de cada subprocesso estão documentadas por meio de uma tabela contendo as colunas Nome da Atividade e Detalhamento. A coluna Detalhamento contém os dados referentes a descrição da atividade, os responsáveis e participantes de cada atividade, inclusive os artefatos gerados e as ferramentas utilizadas durante a execução da referida atividade.

O subprocesso *Elicitar Requisitos*, primeiro a ser executado, envolve as atividades de Identificação dos Stakeholders, Identificação dos Requisitos de Software e a Coleta dos Dados dos Requisitos, conforme o detalhamento das atividades representado na Tabela 3.5.

Na atividade *Identificar Stakeholders* é gerada uma lista dos principais stakeholders para o projeto. Esta identificação é feita por meio da análise de documentos institucionais como o organograma da instituição, documentos que motivem a execução do projeto como Leis ou portarias institucionais, pela indicação de novos stakeholders feita diretamente pelo usuário demandante ou responsável pela aprovação do projeto.

Para *Identificar os Requisitos*, os stakeholders responsáveis pela definição da regra de negócio são convocados para uma reunião, conduzida pelos Analistas de Sistemas. Nesta reunião são identificados os requisitos de forma primária, gerando como artefato uma lista inicial dos requisitos do software. Em seguida, a partir de cada requisito identificado, o Analista de Sistemas coleta os dados específicos para preenchimento do template para documentação de requisitos

em nível de usuário com os stakeholders participantes. Esta atividade é descrita no processo como *Coletar dados dos Requisitos*. A atividade *Coletar dados dos Requisitos* não gera um artefato específico devido os dados coletados estarem documentados de forma bruta, feito por meio de anotações realizadas pelo Analista de Sistemas nas reuniões ou coleta de documentos que forneçam informações referente ao requisito, o que necessita uma análise posterior e gera a necessidade de revisão dos dados de cada requisito para realizar a documentação. A Figura 3.3 apresenta a modelagem do subprocesso Elicitar Requisitos. Após o encerramento dessas atividades é iniciado o subprocesso Documentar Requisitos.

De posse dos dados necessários para documentação dos requisitos, o Analista de Sistemas inicia o segundo subprocesso. As atividades para o subprocesso *Documentar Requisitos* resumem-se em Registrar os dados dos Requisitos elicitados e Indicar os tipos de relacionamento entre Requisitos baseados na SysML para geração da documentação baseada na SysML. O detalhamento destas atividades está representado na Tabela 3.6. A modelagem do subprocesso Documentar Requisitos está representada na Figura 3.4.

Tabela 3.5 – Atividades do Subprocesso Elicitar Requisitos

Nome da Atividade	Detalhamento
Identificar Stakeholders	<p>Descrição: Identificar os stakeholders que possuem conhecimento da regra de negócio do software.</p> <p>Responsáveis: Analista de Sistemas</p> <p>Participantes: Analista de Sistemas e Cliente</p> <p>Artefatos Gerados: Lista de Stakeholders</p>
Identificar Requisitos	<p>Descrição: Identificar os requisitos utilizando-se de técnicas convencionais (entrevista, <i>brainstorm</i> e questionário).</p> <p>Responsáveis: Analista de Sistemas</p> <p>Participantes: Analista de Sistemas, Cliente e Stakeholders</p> <p>Artefatos Gerados: Lista de Requisitos (Inicial)</p>
Coletar dados dos Requisitos	<p>Descrição: Coletar os dados necessários para documentação dos requisitos identificados de acordo com o template.</p> <p>Responsáveis: Analista de Sistemas</p> <p>Participantes: Analista de Sistemas, Cliente e Stakeholders</p>

Para documentar os requisitos elicitados, atividade denominada *Registrar os dados dos Requisitos*, será utilizada a ferramenta de gestão de tarefas Redmine, open source, com acesso via web, de domínio dos desenvolvedores de software do NTI. Redmine é uma ferramenta utilizada para o gerenciamento de projetos, desenvolvida tendo como base o framework Ruby on Rails, multi plataforma e com suporte para diversos tipos de bancos de dados (REDMINE, 2018). A ferramenta permite que os requisitos sejam armazenados em banco de dados com possibilidade de geração de backup e fornece opções de customização de campos que facilitam a implementação e utilização do template proposto. A ferramenta dispensa avaliação por já ser utilizada há mais de 5 anos pelos Analistas de Sistemas do NTI para gerenciar suas tarefas de

desenvolvimento, e ser de consenso entre os participantes deste estudo a sua eficácia para este contexto.

Para realização da atividade *Indicar relacionamento SysML* será utilizada uma ferramenta para auxiliar os Analistas de Sistemas na sua execução. Devido o NTI possuir uma restrição de orçamento para aquisição de ferramentas, tendo a maioria de suas ferramentas de trabalho *open source* ou versões grátis de ferramentas comerciais, o principal critério para escolha da ferramenta foi justamente a sua gratuidade. Outro ponto observado na escolha foi a necessidade de atender a notação usada pela SysML e a geração dos artefatos necessários para a atividade, o diagrama e a tabela de Requisitos.

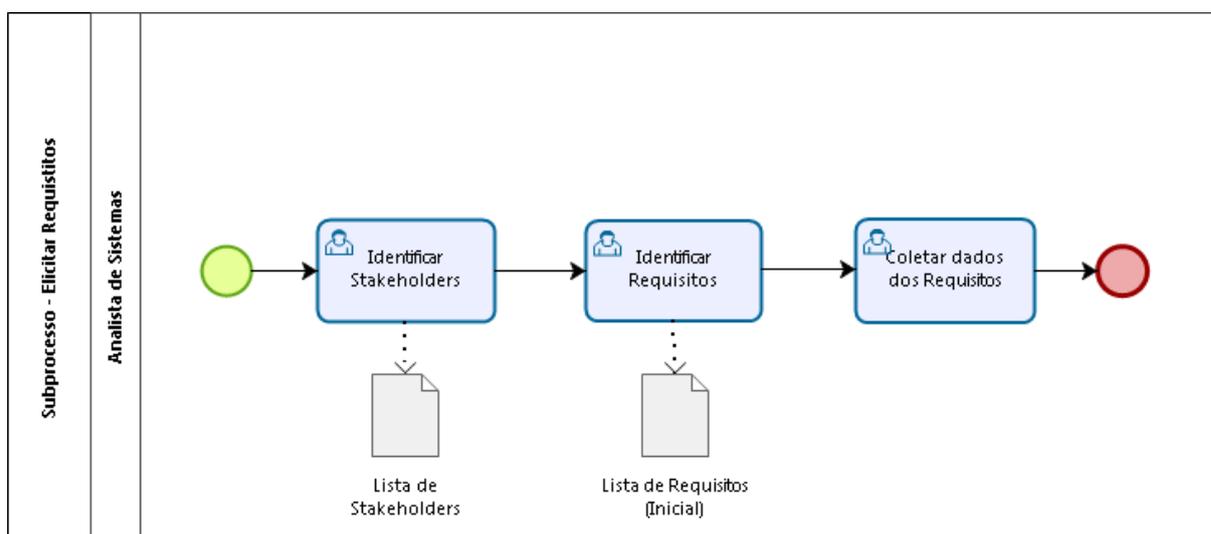


Figura 3.3 – BPMN - Subprocesso Elicitar Requisitos

Existem ferramentas comerciais disponíveis para geração de artefatos da SysML, como o Enterprise Architect, MagicDraw, Cameo Systems Modeler, UModel, Astah SysML e Rational Rhapsody Designer. Entre as principais foram encontradas duas ferramentas disponibilizadas gratuitamente, a Papyrus e a Modelio SysML Architect. A versão gratuita da ferramenta Modelio SysML Architect não fornece suporte para criação e geração da tabela e diagrama de Requisitos da SysML (MODELIO, 2018). A ferramenta Papyrus é uma ferramenta de código aberto utilizada para modelagem em projetos de software que consiste em um plugin para a plataforma de desenvolvimento Eclipse, e que fornece suporte para a SysML, inclusive na criação da tabela e diagrama de Requisitos da SysML (PAPYRUS, 2018). Desta forma, dentro das restrições de escolha, foi utilizada a ferramenta Papyrus para realização das atividades relacionadas no contexto do NTI. Outro ponto favorável para escolha da ferramenta Papyrus consiste na utilização da plataforma Eclipse para as atividades de codificação realizadas no NTI.

Tabela 3.6 – Atividades do Subprocesso Documentar Requisitos

Nome da Atividade	Detalhamento
Registrar dados dos Requisitos	<p>Descrição: Registrar dados coletados na elicitação dos Requisitos no template customizado na ferramenta.</p> <p>Responsáveis: Analista de Sistemas</p> <p>Participantes: Analista de Sistemas</p> <p>Artefatos Gerados: Documento de Requisitos em nível de usuário (Inicial)</p>
Indicar Relacionamento SysML	<p>Descrição: Indicar o tipo de relacionamento entre requisitos e gerar artefatos da SysML.</p> <p>Responsáveis: Analista de Sistemas</p> <p>Participantes: Analista de Sistemas</p> <p>Artefatos Gerados: Diagrama e Tabela de Requisitos (SysML)</p>

As atividades do subprocesso *Analisar Requisitos* estão descritas na Tabela 3.7 e a modelagem do subprocesso está representada na Figura 3.5. Na execução da atividade *Resolver conflitos entre Requisitos*, o Analista de Sistemas revisa os requisitos em busca de conflitos entre os mesmos, realizando os ajustes necessários por meio da coleta de informações específicas sobre o requisito, e em casos de requisitos com conflitos entre regras sugeridas por diferentes stakeholders é realizada uma reunião de conciliação, mediada pelo Analista de Sistemas, para definir um acordo. O conflito deve ser documentado em um documento tipo texto contendo os dados dos requisitos em conflito como ID e Nome, os stakeholders envolvidos e o resultado da negociação. Este artefato está descrito no processo como lista de conflitos. Caso não ocorram conflitos, é iniciada a atividade *Priorizar Requisitos*.

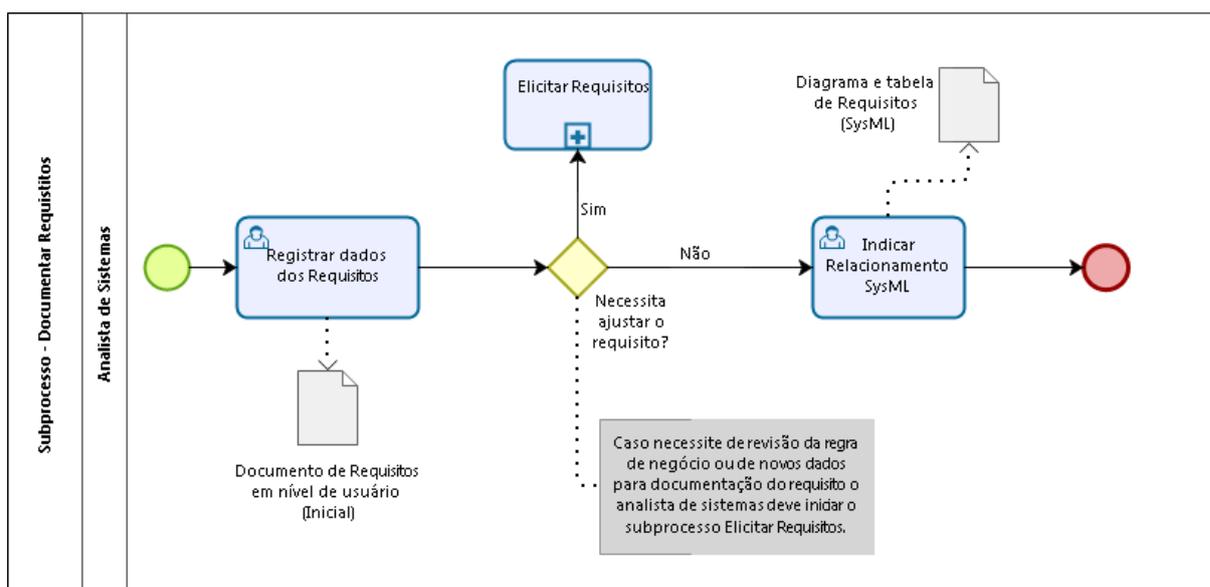


Figura 3.4 – BPMN - Subprocesso Documentar Requisitos

Durante o primeiro ciclo de pesquisa-ação, os Analistas de Sistemas representantes da instituição sugeriram a inserção de um atributo para definir o grau de importância dos requisitos, tornando-se o atributo denominado “Prioridade” no template para documentação dos requisitos. Após uma análise baseada nos relatos encontrados na literatura para as características de cada técnica de priorização de requisitos citada, foi escolhida a técnica Atribuição Numérica para ser utilizada no processo, pela sua facilidade de utilização, pelo tempo baixo necessário para decisão do valor da prioridade e sua facilidade de priorização na manutenção e inserção de novos requisitos. Vale ressaltar que uma técnica mais detalhista pode ser utilizada em casos específicos, como também existe a possibilidade da utilização de duas ou mais técnicas em conjunto para obter um resultado mais exato na priorização.

Tabela 3.7 – Atividades do Subprocesso Analisar Requisitos

Nome da Atividade	Detalhamento
Resolver conflitos entre Requisitos	<p>Descrição: Analisar os Requisitos em busca de conflitos de regras de negócio ou de definições técnicas.</p> <p>Responsáveis: Analista de Sistemas</p> <p>Participantes: Analista de Sistemas</p> <p>Artefatos Gerados: Lista de Conflitos</p>
Priorizar Requisitos	<p>Descrição: Priorização dos Requisitos indicando seu grau de importância em Alto, Médio ou Baixo.</p> <p>Responsáveis: Analista de Sistemas</p> <p>Participantes: Cliente e Stakeholders</p> <p>Artefatos Gerados: Documento de Requisitos em nível de usuário (Requisitos priorizados)</p>

O resultado da atividade Priorizar Requisitos consiste na geração do Documento de Requisitos em nível de usuário com a priorização de cada requisito realizada, sendo definido para cada requisito um grupo de prioridade como baixa, média e alta prioridade seguindo o proposto pela técnica atribuição numérica.

A última etapa do processo consiste no subprocesso *Validar Requisitos*. Nesta etapa são realizadas inspeções para validar se os requisitos estão em conformidade com as características individuais e para um conjunto de requisitos proposto pela norma ISO/IEC/IEEE 29148:2011 utilizando a técnica de inspeção por meio de um *checklist*. A conclusão da atividade Validar Requisitos resulta na geração do Documento de Requisitos em nível de usuário final. A modelagem do subprocesso Validar Requisitos está representada na Figura 3.6.

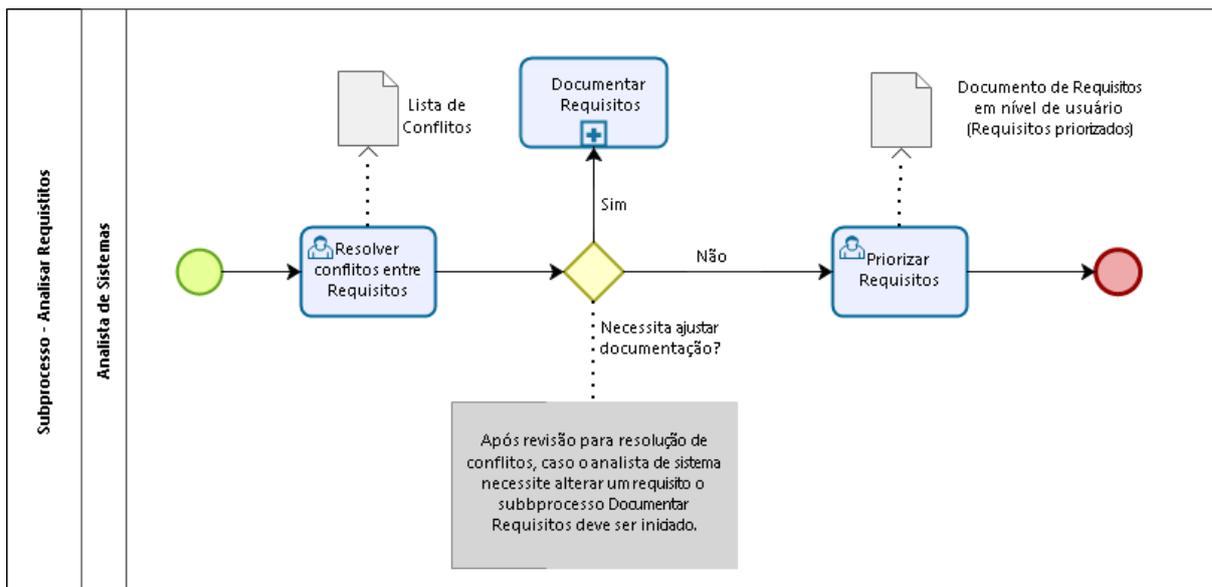


Figura 3.5 – BPMN - Subprocesso Analisar Requisitos

A partir da Documentação de requisitos em nível de usuário final será gerada uma lista de requisitos com os dados necessários para aprovação com o Cliente, que analisará as especificações e em conjunto com os Analistas de Sistemas responsáveis pelo projeto aprovarão a documentação, esta atividade resulta num acordo entre as partes. O detalhamento dessas atividades está descrito na Tabela 3.8. Com o fim destas atividades é encerrado o subprocesso e consequentemente o processo principal.

Tabela 3.8 – Atividades do Subprocesso Validar Requisitos

Nome da Atividade	Detalhamento
Executar Checklist de validação	<p>Descrição: Executar o checklist de validação do conjunto de Requisitos em busca de inconformidades.</p> <p>Responsáveis: Analista de Sistemas</p> <p>Participantes: Analista de Sistemas</p> <p>Artefatos Gerados: Documento de Requisitos em nível de usuário (Final)</p>
Gerar Lista de Requisitos	<p>Descrição: Geração da Lista de Requisitos para ser usada em reunião de aprovação com o Cliente.</p> <p>Responsáveis: Analista de Sistemas</p> <p>Participantes: Analista de Sistemas</p> <p>Artefatos Gerados: Lista de Requisitos (Para aprovação)</p>
Aprovar Requisitos com o Cliente	<p>Descrição: Reunião entre Analista de Sistemas e Cliente para aprovação dos requisitos do software.</p> <p>Responsáveis: Analista de Sistemas</p> <p>Participantes: Analista de Sistemas e Cliente</p> <p>Artefatos Gerados: Lista de Requisitos (Aprovados)</p>

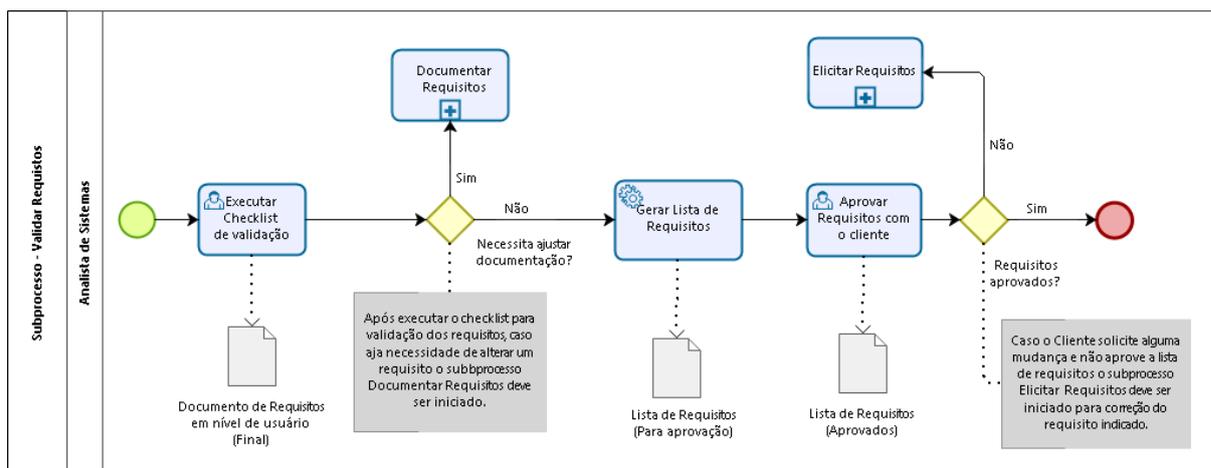


Figura 3.6 – BPMN - Subprocesso Validar Requisitos

Os critérios de escolha das ferramentas utilizadas no processo estão direcionados ao contexto do NTI, ou seja, estas atividades podem ser realizadas com o auxílio de outras técnicas e ferramentas que proporcionem os resultados esperados em cada atividade. As técnicas e ferramentas escolhidas são baseadas nas necessidades identificadas para o contexto em que foi aplicado este estudo de pesquisa-ação.

Os artefatos Documento de Requisitos em nível de usuário e Lista de Requisitos são utilizados como entrada em mais de uma atividade. Desta forma, estes artefatos são atualizados conforme a sua execução, resultando no mesmo artefato como saída, porém seus dados são modificados ou novos dados são inseridos de acordo com cada atividade.

3.3.3 Análise Qualitativa das Atividades e Artefatos propostos para o processo

Para obtenção do *feedback* dos participantes e seguindo o planejamento para o ciclo de pesquisa-ação, uma nova entrevista semi-estruturada foi realizada com os 12 participantes, caracterizados na Tabela 3.1. Nesta entrevista foram mantidos os mesmos moldes do primeiro ciclo, com 10 minutos de duração e com a coleta dos dados realizada pelo pesquisador entrevistador.

As perguntas desta entrevista possuem o intuito de coletar informações, referente às atividades a serem realizadas e os artefatos gerados, que ajudem em uma adequação do processo às necessidades e objetivos do NTI.

Durante a entrevista, foram realizadas as seguintes perguntas relacionadas às atividades:

- 1 Alguma atividade do processo proposto pode ser considerada desnecessária para execução do processo?
- 2 Alguma atividade deve ser adicionada ao processo?

- 3 É possível executar as atividades propostas no processo ou será necessário algum treinamento adicional?

Em relação aos artefatos, foram realizadas as seguintes perguntas:

- 4 Algum artefato gerado durante o processo pode ser considerado desnecessário?
- 5 Existe a necessidade de gerar algum artefato não descrito no processo?

Com relação à primeira e segunda perguntas, todos os participantes relatam em entrevista que as atividades propostas podem trazer melhor organização nos projetos de software quanto à definição dos requisitos e entendem que todas as atividades são necessárias e que nenhuma atividade adicional seja necessária. O participante P11 relatou uma insegurança quanto a sua contribuição na definição das atividades do processo devido o mesmo entender não possuir experiência suficiente para tal, contudo demonstrou-se comprometido com o estudo em andamento e que tem se esforçado para aprender mais sobre requisitos. Houve um questionamento de dois participantes (P10 e P12) quanto a possível melhoria do processo após a execução e avaliação, uma vez que podem surgir novas atividades ou artefatos durante o uso do processo no NTI, em complemento questionaram se é possível, caso necessário, modificar o processo depois de implantado.

Em resposta à terceira pergunta, os participantes foram unânimes quanto à facilidade de entender as atividades por meio da sua descrição e modelagem do processo, destacando que podem ser realizadas seguindo as explicações oferecidas no *workshop* e no documento disponibilizado. Os participantes sugeriram que fosse realizado um treinamento do tipo simulação da execução do processo, para que seja alinhado e padronizado entre os participantes a sequência das atividades, um exemplo prático do uso da SysML e seus relacionamentos entre requisitos e também a criação dos artefatos nas ferramentas propostas. Os participantes P6 e P10 relataram a necessidade de um reforço por parte da coordenação do NTI quanto à necessidade dos Analistas de Sistemas seguirem todas as atividades propostas no processo. Essa situação se destaca devido o cenário atual no NTI não possuir um processo definido e relataram a preocupação quanto ao comprometimento de todos os envolvidos na execução das atividades.

Quanto à quarta e quinta perguntas, os participantes relataram, em sua totalidade, que os artefatos sugeridos podem atender as necessidades do NTI, não sendo necessário excluir ou inserir um novo artefato.

Assim como na entrevista de *feedback* do primeiro ciclo de pesquisa-ação, devemos nos ater às mesmas ameaças à validade das respostas à entrevista. Encerradas as entrevistas de *feedback*, as atividades e artefatos propostos para o processo foram aprovados por todos os participantes, representantes do NTI e pesquisadores.

As respostas às entrevistas sugerem uma aceitação inicial dos participantes em relação às atividades e artefatos propostos, inclusive o template para documentação de requisitos. Os relatos também sugerem que a intervenção realizada por meio do primeiro e segundo ciclos promove uma reflexão entre os participantes representantes da instituição quanto à necessidade de realizar um processo sistemático nas atividades que envolvem a Engenharia de Requisitos. Essas atividades realizadas no primeiro e segundo ciclos também demonstram fragilidades quanto ao conhecimento teórico e prático por parte dos Analistas de Sistemas envolvidos. Além dos problemas já relatados, como a falta de um processo para execução das atividades relacionadas aos requisitos de software nos projetos do NTI, a falta de conhecimento teórico específico em Engenharia de Requisitos pode influenciar negativamente na execução do processo.

3.4 Terceiro ciclo de pesquisa-ação

O terceiro ciclo de pesquisa-ação caracterizou-se pela execução e avaliação do processo proposto. Seguindo o mesmo planejamento do primeiro e do segundo ciclos de pesquisa-ação, um *workshop* foi realizado para revisar as atividades realizadas até o momento e alinhar os objetivos e atividades do terceiro ciclo entre pesquisadores e participantes. No terceiro ciclo os participantes realizaram as atividades conforme o processo apresentado no segundo ciclo em um ambiente criado para avaliação do processo, envolvendo as ferramentas e geração dos artefatos propostos.

Mantendo a solicitação dos representantes da instituição, o *workshop* foi realizado em três reuniões realizadas nos dias 03, 04 e 05 do mês de julho de 2018. A primeira reunião teve a participação de cinco Analistas de Sistemas, a segunda teve a participação de quatro Analistas de Sistemas e a terceira de três Analistas de Sistemas. As reuniões do *workshop* seguiram o mesmo roteiro conforme descrito a seguir.

De início foram apresentados aos participantes os próximos passos na condução da pesquisa, inclusive das atividades que seriam realizadas para execução e avaliação do processo. Em seguida foi realizada uma revisão sobre o template criado e uma revisão do processo proposto mediante uma simulação das atividades do processo e dos artefatos gerados. Durante a simulação, de acordo com a atividade realizada, foi apresentada aos participantes a forma de acesso às ferramentas necessárias para execução das atividades. Esta etapa foi denominada de Preparação e foi detalhada na Seção 4.3.

O processo proposto foi aplicado a cinco projetos de software em desenvolvimento com a participação dos Analistas de Sistemas envolvidos neste estudo de pesquisa-ação. Os projetos utilizados na execução e avaliação já possuíam no momento em que iniciou-se esta pesquisa um conjunto de requisitos elicitados e os stakeholders de cada projeto. Sendo assim, a etapa de Elicitação de Requisitos que consiste nas atividades de Identificar os stakeholders do projeto e Identificação dos requisitos já haviam sido realizadas. Contudo, as atividades foram refeitas

pelos participantes.

A Tabela 3.9 apresenta a caracterização dos projetos utilizados para avaliação, incluindo os Analistas de Sistemas envolvidos por meio de sua identificação na pesquisa de acordo com a Tabela 3.1.

Tabela 3.9 – Projetos utilizados na avaliação

ID	Projeto	Participantes
A	Boletim de serviços	P3, P6;
B	Jubilamento	P12;
C	Lato Sensu	P2, P7, P11;
D	Restaurante universitário	P1, P8;
E	Projetos e Convênios	P4, P5, P9, P10.

Neste ciclo a reunião de *feedback* contemplou a avaliação por meio de respostas a um questionário e entrevista semi estruturada, realizada individualmente por cada participante seguindo os moldes dos ciclos anteriores. O planejamento, operação e os resultados da avaliação estão descritos de forma sistemática no Capítulo 4 desta dissertação. Ficou definido entre pesquisadores e os participantes a data para conclusão das atividades do terceiro ciclo para o dia 18 de julho de 2018.

Em relação ao ambiente de trabalho e ferramentas utilizadas, não houve relatos de problemas quanto ao acesso e utilização da ferramenta Redmine durante a execução do processo. A ferramenta Papyrus, utilizada na modelagem SysML, apresentou incompatibilidade com a versão *Photon* da IDE Eclipse, lançada em junho de 2018. Os participantes que já haviam atualizado a versão do Eclipse necessitaram realizar um *downgrade* para a versão *Oxygen*, compatível com a versão 1.4 do Papyrus SysML.

Em relação às atividades do subprocesso Elicitar Requisitos, não houve problemas relatados quanto a identificação dos stakeholders e preenchimento da Lista de stakeholders. Um exemplo da Lista de stakeholders está representado na Figura A.2. Como os requisitos já haviam sido identificados anteriormente, os Analistas de Sistemas revisaram os requisitos e coletaram os dados necessários para preenchimento do template sem nenhum relato de problema.

Em relação às atividades do subprocesso Documentar Requisitos, os Analistas de Sistemas realizaram o registro dos dados dos requisitos na ferramenta Redmine. A Figura A.1 apresenta um exemplo da tela de registro dos dados de um requisito. Neste momento para todos os projetos e participantes envolvidos houve dúvida em relação aos tipos de relacionamentos entre requisitos de acordo com a SysML. Para sanar as dúvidas houve intervenção de um pesquisador, porém os exemplos utilizados na explicação não abordaram o contexto dos projetos em execução. As dúvidas sobre a SysML foram sanadas e as atividades do processo seguiram seu fluxo. A modelagem do Diagrama de Requisitos na ferramenta Papyrus ocorreu sem relatos de

dificuldade. A Figura A.3 apresenta um exemplo de Diagrama de Requisitos modelado durante o processo.

Em relação às atividades do subprocesso Analisar Requisitos, a atividade Resolver conflitos entre requisitos foi realizada sem problemas relatados. Um exemplo de uma Lista de Conflitos gerada no processo é apresentado na Figura A.4. A atividade Priorizar requisitos transcorreu sem relatos de problema. A Lista de Requisitos apresenta uma visualização para os requisitos priorizados, incluindo uma ordenação pela prioridade mais alta, conforme apresentado no exemplo da Figura A.6.

Em relação às atividades do subprocesso Validar Requisitos, durante execução do checklist de validação houve necessidade de intervenção do pesquisador para sanar dúvidas em relação a perguntas do checklist. Um ponto identificado pelo pesquisador observador foi a dificuldade por parte dos participantes quanto aos conceitos das características de qualidade utilizadas na validação. Um exemplo da execução do checklist é apresentado na Figura A.5. Em seguida, foram gerados os artefatos Lista de Requisitos e Documento de Requisitos por meio da ferramenta Redmine. Exemplos desses artefatos são apresentados nas Figuras A.6 e A.7.

Por fim, a atividade Aprovar Requisitos foi realizada por meio da apresentação dos artefatos gerados e aprovação da Lista e do Documento de Requisitos e o processo foi encerrado. Todos os artefatos gerados foram coletados por um pesquisador após encerramento das atividades do processo.

A intervenção foi encerrada após a execução do processo, preenchimento do questionário de avaliação e realização da entrevista final. A pesquisa-ação foi concluída com a execução dos três ciclos planejados inicialmente.

3.5 Conclusão do Capítulo

Este capítulo teve como objetivo mostrar o desenvolvimento do estudo de pesquisa-ação realizado no Núcleo de Tecnologia da Informação da Universidade Federal de Sergipe. Os resultados esperados foram obtidos nos três ciclos planejados e realizados no estudo. O Processo para Elicitação e Documentação de Requisitos em nível de usuário foi proposto, executado e avaliado.

A pesquisa-ação durou cerca de 12 meses, com participação *in loco* de um pesquisador na instituição em tempo parcial durante o estudo. Cada ciclo levou aproximadamente 4 meses de duração, entre atividades como revisão da literatura, observação em campo e execução da intervenção.

O próximo capítulo apresenta a avaliação do processo proposto e seus resultados. A avaliação foi realizada utilizando conceitos e práticas para condução de um estudo experimental *in vivo*.

4 AVALIAÇÃO DO PROCESSO

Neste capítulo é apresentada de forma sistemática a avaliação realizada para validar a eficácia do processo proposto no Capítulo 3 deste estudo, incluindo o método de avaliação utilizado e as etapas realizadas.

4.1 Definição do método de avaliação

Para a avaliação do processo foram seguidas parte das etapas propostas em (WOHLIN et al., 2012) para condução de um experimento *in vivo*, a fim de minimizar possíveis ameaças ao resultado. As seguintes fases foram analisadas durante o processo de avaliação: fase de planejamento, operação e de interpretação dos resultados. A avaliação foi executada durante a realização do terceiro ciclo de pesquisa-ação.

O objetivo da avaliação é analisar o processo para eliciar e documentar requisitos de software em nível de usuário, com a finalidade de avaliar seus resultados, com respeito à eficácia do processo, do ponto de vista dos Analistas de Sistemas participantes da pesquisa-ação, no contexto do Núcleo de Tecnologia da Informação da UFS. Este objetivo é formalizado usando parte do modelo GQM proposto por Basili em (BASILI; WEISS, 1984).

A partir do objetivo, as seguintes questões e métricas relacionadas foram definidas, conforme apresentado na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Questões e métricas (GQM)

Questões	Métricas
Q1 - Houve melhora no resultado das atividades realizadas, de acordo os dados coletados a partir dos artefatos gerados anteriormente em relação aos dados dos artefatos produzidos com a execução do processo?	M1 - quant. de stakeholders identificados; M2 - quant. de requisitos identificados; M3 - quant. de conflitos identificados; M4 - quant. de requisitos com relacionamentos com um ou mais requisitos identificados.
Q2 - O processo proposto alcançou os resultados esperados pelos Analistas de Sistemas participantes da pesquisa-ação?	Avaliação por meio de questionário aplicado aos participantes.
Q3 - O resultado geral do processo é satisfatório do ponto de vista dos Analistas de Sistemas participantes?	Avaliação subjetiva dos Analistas de Sistemas realizada por meio de entrevista.

A avaliação foi realizada por meio da coleta de dados do processo e da aplicação de questionário e entrevista semi estruturadas. Uma escala Likert de 5 pontos foi proposta para

medir as respostas do questionário, fornecendo um conjunto de respostas a cada afirmação. A escala variou de (1) discordo totalmente, (2) discordo, (3) neutro, (4) concordo a (5) concordo fortemente.

A partir da questão Q2, de acordo com a Tabela 4.1, foram definidas nove sentenças para o questionário, e a partir da questão Q3 foram definidas as cinco perguntas utilizadas na entrevista. As sentenças e perguntas são apresentadas na análise dos resultados apresentados na Seção 4.4.

4.2 Planejamento

Conforme descrito na Seção 3.4, a avaliação foi realizada por meio da execução do processo proposto aplicado a cinco projetos de software em desenvolvimento. As atividades relacionadas à avaliação do processo foram realizadas nas dependências do NTI.

As variáveis independentes deste estudo são os Analistas de Sistemas selecionados para participarem da pesquisa-ação, técnicas, métodos e o processo utilizado pelo NTI no desenvolvimento de software.

As variáveis dependentes deste estudo são o número de stakeholders identificados, o número de requisitos gerados, número de conflitos identificados e o número de requisitos com algum tipo de relacionamento com outro requisito. Esses dados foram obtidos a partir da execução do processo. Somente foram confrontadas com dados anteriores as variáveis número de stakeholders identificados e número de requisitos gerados, as demais variáveis não foram confrontadas por não terem sido computadas anteriormente nas atividades realizadas pelos Analistas de Sistemas do NTI. Também são variáveis dependentes as respostas dos Analistas de Sistemas ao questionário aplicado e respostas às entrevistas realizadas no final desta avaliação.

A seleção dos participantes desta avaliação ocorreu por conveniência do NTI. A caracterização dos participantes está descrita na Seção 3.1 deste estudo.

O processo de instrumentação foi realizado inicialmente com a configuração do ambiente para o experimento e planejamento de coleta dos dados. O ambiente utilizado foi o mesmo utilizado no dia a dia de trabalho dos participantes, ou seja, cada participante realizou as atividades em sua estação de trabalho real.

O acesso à ferramenta Redmine ocorreu por meio de acesso via intranet, com acesso restrito somente aos participantes deste estudo por meio de usuário e senha específicos para cada participante.

A instalação da ferramenta Papyrus foi realizada em cada estação de trabalho por meio do ambiente de desenvolvimento Eclipse (versão Oxygen), de domínio dos participantes. A ferramenta está disponível para instalação automática via interface do próprio Eclipse. A versão utilizada foi a Papyrus SysML 1.4.

Cada participante teve cinco dias para execução do processo, contados após realização do *workshop*. Por fim, após execução das atividades do processo e geração dos artefatos, cada Analista respondeu ao questionário de pesquisa individualmente na presença de um pesquisador.

4.3 Operação

A preparação da avaliação foi realizada por meio do *workshop* realizado no terceiro ciclo de pesquisa-ação e foram apresentadas aos participantes as etapas de preparação para execução do processo.

A seguir, são enumeradas as etapas de preparação para a execução do processo.

- 1 Demonstração da execução das atividades do processo proposto: foi realizada revisão e simulação das atividades propostas no processo. Esta etapa durou cerca de 90 minutos e foi realizada por um pesquisador, incluindo o tempo gasto nas etapas 2 e 3 subsequentes.
- 2 Treinamento da ferramenta Redmine: pela facilidade de uso, foi realizado um treinamento de 30 minutos com os Analistas de Sistemas, ministrado por um pesquisador, a fim de que os participantes pudessem se familiarizar com a documentação dos requisitos na ferramenta e com a geração dos artefatos do processo.
- 3 Treinamento da ferramenta Papyrus: pela facilidade de uso, foi realizado um treinamento de 30 minutos com os Analistas de Sistemas, ministrado por um pesquisador, a fim de que os participantes pudessem se familiarizar com a ferramenta de geração dos artefatos da SysML.

Em relação ao ambiente, todos os computadores foram preparados para que os participantes estivessem sob as mesmas condições de trabalho. Foi apresentado, a cada Analista de Sistemas, um documento contendo uma descrição detalhada do processo e das atividades que seriam realizadas por eles em caso de eventuais dúvidas.

Na etapa de execução tudo que foi planejado nas etapas anteriores foi concretizado. Nesta etapa aconteceu a efetiva execução das atividades realizadas no processo, incluindo a geração dos artefatos.

A coleta dos dados foi realizada por meio do preenchimento do questionário e entrevista, ambos aplicados na presença do pesquisador. Os participantes responderam a um questionário composto de 9 sentenças em que expressaram suas opiniões categorizadas de acordo com cada afirmação. A entrevista contém 5 perguntas e durou cerca de 10 minutos, os dados das respostas foram coletados pelo pesquisador entrevistador. Também foi realizada a coleta de dados nos artefatos produzidos antes da realização deste estudo, referente ao número de stakeholders identificados anteriormente e o número de requisitos elicitados, e também foram coletados os dados dos artefatos produzidos durante a execução do processo.

A aplicação do questionário foi realizada de forma individual e presencial. Diante deste contexto, foi realizada uma análise das respostas individuais para garantir que todas tinham sido preenchidas corretamente. Após encerramento das atividades foi realizada uma análise qualitativa das respostas. Os dados coletados foram submetidos a uma análise estatística descritiva.

4.4 Interpretação dos resultados

Nesta seção são apresentados a análise dos dados obtidos durante a execução e avaliação do processo e seus resultados. As análises realizadas estão separadas em duas seções, Análise Quantitativa conforme apresentado na Seção 4.4.1 e Análise Qualitativa conforme apresentado na Seção 4.4.2.

4.4.1 Análise Quantitativa

Este estudo utilizou métodos quantitativos para analisar os dados coletados durante a execução do processo e para analisar as respostas ao questionário aplicado aos participantes. Esses dados coletados e os dados do questionário são classificados como variáveis dependentes neste estudo. Os dados coletados nos artefatos possibilitaram analisar os resultados obtidos com a execução do processo, fornecendo informações para responder a questão Q1 da Tabela 4.1.

Tabela 4.2 – Quant. de Stakeholders

Projeto	Antes	Depois
A	01	06
B	01	05
C	01	04
D	02	11
E	01	04

Tabela 4.3 – Quant. de Requisitos

Projeto	Antes	Depois
A	66	62
B	26	26
C	42	42
D	23	38
E	115	115

Em análise aos dados apresentados na Tabela 4.2, após a execução do processo houve um aumento no número de stakeholders identificados para todos os projetos analisados. Analisando os dados da Lista de stakeholders obtida durante a execução do subprocesso Elicitar Requisitos na atividade Identificar Stakeholders. Documentar os vários tipos de stakeholders, como usuários responsáveis pela regra de negócio e pela aceitação do sistema, e não apenas o usuário demandante do projeto provocou tal incremento.

Os resultados apresentados na Tabela 4.3 indicam uma alteração na quantidade de requisitos identificados nos projetos A e D após utilização do processo. Os demais projetos mantiveram a mesma quantidade de requisitos identificados anteriormente. Os novos stakeholders

identificados não foram consultados sobre os requisitos do sistema, devido a fase de elicitação do projeto já ter sido concluída no momento da avaliação. Sendo assim, existe a possibilidade de que outros requisitos não tenham sido identificados o que poderia aumentar a quantidade de requisitos identificados de cada projeto.

No projeto A houve uma redução da quantidade de requisitos motivada pela resolução de conflitos identificados conforme apresentado na Tabela 4.4. Os conflitos identificados tiveram como resolução o cancelamento de quatro requisitos, o que provocou a diminuição da quantidade de requisitos. O projeto D apresentou um aumento do número de requisitos provocado pela identificação de requisitos documentados com mais de uma regra de negócio ou restrição para o sistema, contrariando a característica de singularidade proposta para documentação de um requisito. Os Analistas de Sistemas envolvidos no projeto D decidiram por revisar os requisitos e separar cada requisito de forma a contemplar apenas um requisito por registro. Este efeito provocou a decisão dos Analistas de Sistemas do projeto D em não realizarem a documentação dos conflitos, entendendo que os conflitos entre requisitos foram solucionados nesta ação de documentar apenas um requisito por registro. Por este motivo não há registro do número de conflitos identificados para o projeto D, conforme apresenta a Tabela 4.4.

Os número de conflitos entre requisitos identificados para os demais projetos são apresentados também na Tabela 4.4. Para os projetos B, C e E os conflitos foram solucionados mediante alteração da regra de negócio descrita nos requisitos conflitantes.

Tabela 4.4 – Quant. de conflitos entre requisitos identificados

Projeto	Nº de conflitos identificados
A	04
B	03
C	01
D	–
E	04

A Tabela 4.5 apresenta a quantidade de requisitos com relacionamentos com um ou mais requisitos identificados. O resultado obtido sugere que o número de requisitos com relacionamentos do projeto A e B equivale a 81% do total de requisitos, para o projeto C equivale a 27%, para o projeto D equivale a 56% e para o projeto E equivale a 69% do total de requisitos. Esses números percentuais representam a cobertura da rastreabilidade entre os requisitos identificadas por meio da SysML. Esses dados sugerem que a utilização da SysML permitiu identificar e documentar a rastreabilidade entre os requisitos dos projetos.

Tabela 4.5 – Quant. de requisitos com relacionamentos identificados

Projeto	Total de requisitos	Nº de requisitos com relacionamento
A	62	50
B	26	20
C	42	11
D	38	21
E	115	69

Em resposta à Questão Q1 da Tabela 4.1, a análise dos dados coletados sugere que o processo proporcionou melhora na quantidade de stakeholders identificados. Outro ponto relevante foram os ajustes realizados na quantidade de requisitos identificados em parte dos projetos, provocado pela resolução dos conflitos identificados e pela necessidade de atender as características de qualidade sugeridas no processo para a documentação dos requisitos. Dentre os resultados coletados nesta etapa, a identificação da rastreabilidade entre os requisitos se destaca pela quantidade de requisitos com relacionamentos em relação ao total de requisitos identificados, o que sugere que o processo pode melhorar a análise de impacto em futuras alterações de requisitos ou na inserção de novos requisitos para os projetos. Diante da análise realizada, acerca dos dados coletados com a execução do processo, pode-se inferir que houve melhora no resultado das atividades realizadas.

Para responder à questão Q2 da Tabela 4.1 foram analisadas as respostas ao questionário conforme apresentado na Tabela 4.6. Para respostas positivas (pos) foram considerados as indicações de “concordo” e “concordo totalmente” (valores 4 ou 5), e para respostas negativas foram considerados “discordo totalmente” e “discordo” (valores 1 ou 2).

Em análise aos dados apresentados na Tabela 4.6, verifica-se que os participantes da pesquisa mostraram alta concordância em relação às sentenças 1, 3 e 9. As sentenças de número 2, 5 e 6, apresentam alta aceitação por parte dos participantes, com apenas um registro de valor “neutro” aplicado para cada sentença.

A sentença de número 4 também apresentou um alto número de respostas positivas, tendo apresentado apenas uma rejeição. O Analista de Sistemas P10 indicou a rejeição sob o motivo de acreditar que será difícil manter a organização da Tabela de Requisitos da SysML quando existir relacionamentos entre uma grande quantidade de requisitos.

A sentença de número 7 apresentou alta concordância da maioria dos participantes. Contudo, o Analista de Sistemas P5 indicou uma rejeição sob o motivo de alegar dificuldade para executar a atividade *Indicar relacionamento SysML* no subprocesso *Documentar Requisitos*. Segundo o mesmo, ele teve dificuldade em identificar o tipo de relacionamento. O Analista de Sistemas P5 conclui indicando que não sentiu dificuldade durante execução das outras atividades

do processo.

Tabela 4.6 – Estatística Descritiva do Questionário (N = 12)

Sentenças de 1 a 9	1	2	3	4	5	pos
1 - O template utilizado para documentação fornece as informações necessárias para a definição de um requisito de software no contexto desta Instituição.	0	0	0	7	5	12
2 - O Diagrama de Requisitos da SysML permite complementar a documentação dos requisitos.	0	0	1	6	5	11
3 - O Diagrama de Requisitos da SysML permite melhor visualização dos requisitos, incluindo seus relacionamentos.	0	0	0	6	6	12
4 - A Tabela de Requisitos da SysML permite melhor organização dos requisitos, incluindo seus relacionamentos.	0	1	0	6	5	11
5 - A Tabela de Requisitos da SysML permite melhor visualização de um conjunto de requisitos.	0	0	1	6	5	11
6 - O processo para elicitação e documentação de requisitos em nível de usuário atende as necessidades da instituição em relação aos artefatos gerados.	0	0	1	10	1	11
7 - É fácil para mim executar as atividades do processo e chegar ao resultado esperado.	0	1	0	9	2	11
8 - Os artefatos gerados no processo são suficientes para documentação dos requisitos em nível de usuário de acordo com as necessidades da Instituição.	0	2	2	4	4	8
9 - As ferramentas utilizadas permitem o desenvolvimento das atividades relacionadas ao processo proposto.	0	0	0	6	6	12

Para a sentença de número 8 a maioria dos participantes indicou valores positivos. Todavia, houve entre as respostas indicações de dois valores “neutro” e duas indicações de valor “discordo”. Os Analistas de Sistemas P10 e P12 indicaram rejeição sob a mesma justificativa. Os Analistas de Sistemas P10 e P12 acreditam que associando à documentação de requisitos em nível de usuário alguns artefatos como diagramas de processos de negócio, protótipos de interface e requisitos em nível de sistema, terão uma documentação mais completa. Contudo, durante as entrevistas relacionadas aos artefatos necessários para utilização na documentação de requisitos para a instituição, realizada no segundo ciclo de pesquisa-ação, tais artefatos não foram mencionados.



Figura 4.1 – Gráfico: Respostas positivas ao questionário

A partir dos dados apresentados na Figura 4.1, conclui-se que 91,7 % dos Analistas de Sistemas têm opinião positiva (4 ou superior) para a maioria do questionário. Nenhuma sentença apresentou o valor “discordo totalmente” como resposta. Desta forma, em resposta a questão Q2 da Tabela 4.1, os resultados obtidos sugerem que o processo alcançou os resultados esperados pelos Analistas de Sistemas participantes deste estudo.

4.4.2 Análise Qualitativa

Esta Análise refere-se à questão Q3 de acordo com a Tabela 4.1. Para responder esta questão de ordem qualitativa foram analisadas as respostas à entrevista, classificadas como variáveis dependentes neste estudo.

As questões da entrevista, suas respostas individuais e a análise realizada estão descritas a seguir:

- Pergunta 1 - De que forma o processo proposto pode melhorar a comunicação entre os envolvidos no projeto em relação aos requisitos?

A Tabela 4.7 apresenta as respostas descritivas de cada Analista de Sistemas.

Tabela 4.7 – Entrevista Avaliação Final: Respostas à pergunta 1

Participantes	Respostas
P1	O processo especifica detalhadamente e de forma única os requisitos e os envolvidos em determinada tarefa que deverá ser executada. Possibilitando assim, uma visualização clara do que deverá ser feito por todos os envolvidos.
P2	Os requisitos ficam mais claros (visivelmente) e com isso existe uma melhora na comunicação entre os envolvidos.
P3	Como há uma identificação bem definida dos stakeholders (artefato), os analistas já sabem a quem procurar para tirar as possíveis dúvidas. Já entre os analistas, também há uma comunicação melhor, pois eles podem identificar o relacionamento entre os requisitos, permitindo definir quais são prioritários sobre outros.
P4	Em tempo que os requisitos são levantados e documentados de forma mais clara e objetiva reduz a quantidade de erros gerados por erro de levantamento principalmente quando os envolvidos não conseguem expressar com clareza tudo que eles realmente necessitam.
P5	Através do detalhamento forçoso dos requisitos. O processo nos solicita a identificar e plotar os relacionamentos, o que nos leva a entender melhor não somente os requisitos em si, mas os requisitos como um conjunto, identificando conflitos e possíveis problemas com os requisitos o mais cedo possível no processo de desenvolvimento (que é o ideal). Isso permite nivelar o entendimento acerca dos requisitos entre a equipe de desenvolvimento e os stakeholders, melhorando a comunicação.
P6	O fato de oficializar num documento quais são os envolvidos, os stakeholders, o contato e o cargo de cada um deles, auxiliará a instituição na identificação de todos os envolvidos; facilitando a comunicação entre todos (equipe de TI e interessados no projeto); não deixando de convidar alguém com uma visão importante para o projeto.
P7	Uma vez que existe um processo bem definido e documentos onde todos os envolvidos têm acesso, isso facilita muito na definição do requisito e principalmente até que ponto a mudança de um requisito afeta outro, buscando assim a maior atomicidade possível.
P8	Os principais envolvidos precisam passar pelo processo juntos, talvez o processo sirva mais ajudar numa organização e definição das informações que o usuário precisa ter conhecimento do que na comunicação, seria mais como uma forma de abordagem de comunicação com o usuário.
P9	O processo fornece um maior detalhamento dos requisitos e de suas relações. Assim, a melhoria encontrada seria a clareza na estrutura dos requisitos, facilitando a compreensão e comunicação entre os envolvidos.
P10	O processo proposto traz padronização para a documentação dos requisitos. Desta maneira, é possível garantir que todos os envolvidos no processo de elicitação utilizem uma mesma linguagem no processo de elicitação de requisitos. A uma primeira instância, isso garante padronização nos resultados obtidos, facilitando a comunicação entre os envolvidos.
P11	Os processos e artefatos propostos facilitam encontrar problemas de elicitação por possuir tarefas objetivas, melhorando a forma como os membros da equipe chegarão a um consenso em relação a isso.
P12	Ao meu ver, o processo ajudou na questão de visualização do relacionamento entre os requisitos. Pois tanto no diagrama quanto na tabela, podemos facilmente observar os relacionamentos e os tipos. Desta forma, quando um requisito for alterado a pedido do stakeholder, poderemos quase que de imediato listar para ele quais outros requisitos serão afetados de forma visual.

Em resposta à primeira pergunta, 100% os Analistas de Sistemas indicam que o processo trouxe melhorias na comunicação entre os envolvidos do projeto. A maioria dos entrevistados atribui melhora na comunicação devido o processo promover uma documentação detalhada dos requisitos que resulta numa visão mais completa do software a ser desenvolvido. Os Analistas de

Sistemas P3 e P6 relatam que a Lista de Stakeholders ajuda nessa comunicação sob o argumento de que a existência de um documento com os dados dos stakeholders facilita a localização e comunicação com os envolvidos. Entre as respostas que se destacam pode-se citar o relato do Analista de Sistemas P5 que possui mais de dez anos de experiência na instituição: “o processo nos solicita a identificar e plotar os relacionamentos, o que nos leva a entender melhor não somente os requisitos em si, mas os requisitos como um conjunto. Isso permite nivelar o entendimento acerca dos requisitos entre a equipe de desenvolvimento e os stakeholders, melhorando a comunicação”.

- Pergunta 2 - Seguindo as atividades propostas no processo é possível definir a documentação de requisitos em nível de usuário de um novo projeto de software? Justifique sua resposta.

A Tabela 4.8 apresenta as respostas descritivas de cada Analista de Sistemas.

Tabela 4.8 – Entrevista Avaliação Final: Respostas à pergunta 2

Participantes	Respostas
P1	Sim. Após finalização do processo tem-se uma lista com informações suficientes para fechar o escopo de um novo projeto de software.
P2	Sim, pois irá reduzir possíveis falhas ocasionada por desentendimentos na captação de requisitos.
P3	Sim, os artefatos propostos demonstram uma preocupação com o usuário e em entender o que ele precisa. Os artefatos de stakeholders, conflitos e o próprio checklist são importantes, pois procuram "cercar" de todas as formas para que os requisitos sejam elicitados de forma correta e com as pessoas corretas.
P4	Sim. Com o processo definido fica mais transparente para os envolvidos possam visualizar com o que foi levantado, concordando ou não evitando assim possíveis problemas no decorrer do projeto.
P5	Sim, pois o processo proporciona a elicitação e validação dos requisitos juntos aos stakeholders.
P6	Sim. Terá um certo nível de complexidade no momento de vincular os requisitos, porém, é uma complexidade necessária que contribuirá na redução de falhas no momento da elicitação de requisitos.
P7	Sim, o processo está bem definido, principalmente para saber o que fazer em cada etapa.
P8	Sim, pois o usuário pode ter acesso aos requisitos, opinar sobre eles, além de que no final do processo ele irá validar os requisitos.
P9	Sim. O processo consegue gerar uma documentação bem detalhada e com as ligações entre os requisitos.
P10	Sim, desde que os envolvidos no processo de de elicitação de requisitos comprometam-se a seguir o modelo proposto, e tenham discernimento para definir quais informações devem ser colocadas no template, evitando documentos muito prolixos, ou muito resumidos.
P11	Sim. O processo proposto gera artefatos que descrevem os requisitos de maneira clara, podendo ser entregue ao usuário para validação dos mesmos.
P12	Sim, pois a medida que vamos construindo já podemos ir criando os relacionamentos mais facilmente, priorizando os requisitos. Geralmente em um software existente nem sempre conseguimos listar todas as dependências devido a complexidade e a falta de conhecimento total na regra de negócio.

Em resposta à segunda pergunta, 100% dos entrevistados afirmam que sim, é possível definir a documentação de requisitos em nível de usuário de um novo software seguindo o processo proposto. Entre as respostas, o Analista de Sistemas P1 destaca que é possível definir o escopo de um novo projeto a partir das informações obtidas na documentação. Os Analistas de Sistemas P3, P4 e P11 destacam que a documentação gerada proporciona transparência e possibilita aos envolvidos visualizar e analisarem os requisitos elicitados, e que isso facilita a validação e permite definir de forma clara o que os stakeholders realmente necessitam. O Analista de Sistemas P10 relata que é possível definir a documentação desde que os envolvidos no processo de elicitação de requisitos comprometam-se a seguir o modelo proposto. Os Analistas de Sistemas P9 e P12 destacam a rastreabilidade entre requisitos obtida a partir da documentação gerada. Os demais participantes justificam sua aceitação indicando que por meio do processo podem criar a documentação necessária devido o processo possuir uma documentação e atividades bem definidas. Também indicam como justificativas a identificação dos stakeholders corretos para elicitação e validação dos requisitos, redução de falhas na documentação motivadas pela atividade de validação, e envolvimento dos stakeholders na priorização e validação dos requisitos.

- Pergunta 3 - Quais melhorias o processo proposto pode trazer para realização das suas atividades na instituição?

A Tabela 4.9 apresenta as respostas descritivas de cada Analista de Sistemas.

Tabela 4.9 – Entrevista Avaliação Final: Respostas à pergunta 3

Participantes	Respostas
P1	Definição clara de como proceder para definir as necessidades dos usuários, uma melhor visualização e forma de consulta aos requisitos e seus relacionamentos através de ferramenta e documentação dos envolvidos com os requisitos (possibilitando buscar diretamente quem entende sobre o requisito).
P2	Fica mais claro quais requisitos vão ser impactados diretamente, visivelmente mais compreensivo e passa mais segurança tanto para o analista quanto pro gestor.
P3	Trará uma melhor organização na gestão do trabalho de uma forma geral. Permitirá uma identificação bem definida dos stakeholders, dos possíveis conflitos que podem vir a ocorrer entre os requisitos e os relacionamentos entre eles.
P4	No meu entender o diagrama deixa bem claro os requisitos e os relacionamentos, facilitando assim o entendimento dos envolvidos. Quanto melhor essa etapa é realizada menos problemas nas outras etapas são encontrados.
P5	A padronização no processo de elicitação, e um nivelamento do nível de qualidade dos requisitos observados ao final do processo.
P6	As atividades propostas no processo aumentam a segurança do analista e da equipe, nos seguintes pontos: Maior garantia de ter entrevistado todos os envolvidos; Maior segurança de ter relacionado corretamente os requisitos em questão; forçando a análise do envolvimento com outros módulos, ou sistemas.
P7	Ao utilizarmos o processo proposto, podemos melhorar o levantamento de requisitos e principalmente seus relacionamentos, evitando assim que possíveis alterações em um requisito afete outro e comprometa o desenvolvimento do software como um todo.
P8	Ajudaria no processo inicial de levantamento de requisitos junto ao usuário além de gerar uma documentação inicial do sistema dentro de uma ferramenta.
P9	Redução de eventuais problemas causados pela má elicitação de requisitos do modelo anterior. Facilidade de compreensão com base nos artefatos gerados.
P10	Agilidade no processo de documentação, padronização dos resultados, garante que todas as informações necessárias para documentar um requisito sejam fornecidas pelo analista, possibilita uma visão macro dos relacionamentos entre os requisitos. Este último aspecto é de grande utilidade, pois ajuda a entender o impacto do requisito no sistema.
P11	Organização do Processo de Software, melhor visualização das relações entre requisitos, normalização da elicitação dos requisitos do projeto com o uso do checklist.
P12	Controle na dependência entre requisitos, geração de lista de requisitos automatizada, priorização dos requisitos e melhor definição dos stakeholders.

Em resposta à terceira pergunta, os Analistas de Sistemas envolvidos na avaliação mostraram diferentes perspectivas em relação às melhorias que o processo pode trazer para execução de suas atividades relacionadas à definição dos requisitos. Os Analistas citam comumente as melhorias voltadas para uma melhor organização e padronização das atividades e resultados. Outro ponto comum entre as respostas é a documentação dos relacionamentos entre os requisitos o que segundo a maioria dos Analistas melhora a rastreabilidade. Quanto às melhorias na rastreabilidade destacam-se as seguintes respostas: “fica mais claro quais requisitos vão ser impactados”; “maior segurança de ter relacionado corretamente os requisitos em questão”; “pode melhorar o levantamento de requisitos e principalmente seus relacionamentos”; “possibilita uma visão macro dos requisitos, este aspecto é de grande utilidade pois ajuda a entender o impacto do requisito no sistema”; “melhor visualização das relações entre requisitos”. Entre as diferentes melhorias indicadas destacam-se a geração de artefatos por meio da ferramenta utilizada, maior

segurança quanto a definição dos requisitos para o Analista de Sistemas e para o gestor, e uma melhor identificação dos stakeholders.

- Pergunta 4 - Você se sente preparado para trabalhar com o processo para elicitação e documentação de requisitos em nível de usuário? Justifique sua resposta.

A Tabela 4.10 apresenta as respostas descritivas de cada Analista de Sistemas.

Tabela 4.10 – Entrevista Avaliação Final: Respostas à pergunta 4

Participantes	Respostas
P1	Sim. Com o conhecimento adquirido é possível trabalhar com o processo, porém ao meu ver um treinamento mais aprofundado seria interessante para melhor capacitar.
P2	Sim, pois com o conhecimento adquirido ao longo do tempo e a facilidade de compreender e utilizar a ferramenta me torna uma pessoa capacitada para exercer a função.
P3	Sim, algo que ultimamente tenho procurado melhorar é representar os requisitos de uma forma que qualquer um que leia e entenda bem o que foi solicitado.
P4	Sim. Processo relativamente simples e de fácil entendimento para todos.
P5	Atualmente não, em razão dos relacionamentos. Durante a exploração do processo, tive muita dificuldade de identificar, de acordo com a classificação da SysML, o relacionamento. Ou seja, embora seja fácil entender que existe um relacionamento entre dois requisitos, identificar esse relacionamento não foi fácil.
P6	Sim. Apesar de exigir muita atenção e mais dedicação de tempo no momento da elicitação dos requisitos e ao montar o relacionamento entre eles. Não são atividades de complexidade alta. Porém, deve aumentar um pouco o tempo de desenvolvimento de projeto, totalmente justificado porque esse tempo extra aumentará a qualidade do produto final.
P7	Sim, inclusive alguns conceitos levantados durante o processo aplicado aqui no NTI já procuro aplicar nos projetos em que estou envolvido atualmente.
P8	Acho que sim, pois as ferramentas e os passos são simples, basta entender o conceito inicial que sua utilização fica intuitiva mas requer um certo tempo para elaborar as informações.
P9	Sim. O processo demonstrou-se menos trabalhoso do que se imaginava. Além disso, não houve dificuldade com relação as ferramentas utilizadas.
P10	Sim, o know-how adquirido como profissional e como acadêmica de computação, com ênfase na elicitação de requisitos, juntamente com as atividades extra-curriculares, me dão o suporte necessário para participar de um processo de elicitação de requisitos.
P11	Sim. Mesmo que leve um certo tempo para acostumar-se com o processo, os mesmos estão bem definidos e claros, sendo possível aplicá-los à realidade da instituição.
P12	Sim. Devido a minha experiência na instituição e conhecedor das regras de negócio, consigo pensar próximo ao que o usuário pensa. Então isso facilita muito no momento de elicitar os requisitos.

Com relação à quarta pergunta, a maioria dos Analistas de Sistemas acreditam que sim, estão preparados para executar as atividades propostas no processo. Apenas o Analista de Sistemas P5 diverge dos demais respondendo que não se sente preparado por entender que teve muita dificuldade em indicar os relacionamentos entre requisitos conforme a SysML. Um relato semelhante ao apresentado em sua resposta ao questionário, discutido na Seção 4.4.1. Os Analistas de Sistemas P4, P6, P8, P9 e P11 descrevem que se sentem preparados uma vez que o processo possui atividades bem definidas e de fácil entendimento e execução. Os Analistas

de Sistemas P1, P2, P10 e P12 consideram-se preparados sob a justificativa de possuírem conhecimento teórico e prático suficiente para realização das atividades.

- Pergunta 5 - Você gostaria de usar o processo proposto em novos projetos? Qual o principal motivo da sua resposta?

A Tabela 4.11 apresenta as respostas descritivas de cada Analista de Sistemas.

Tabela 4.11 – Entrevista Avaliação Final: Respostas à pergunta 5

Participantes	Respostas
P1	Sim. Não é um processo oneroso e com ele é possível ter uma visualização mais clara dos relacionamentos e impacto de possíveis mudanças, bem como separar em conjunto tarefas que serão realizadas.
P2	Sim, por facilitar o mapeamento dos requisitos, melhora o entendimento para ambas as partes (analista e cliente), possui uma ótima organização e segurança.
P3	Sim, o processo proposto tende a agregar valor ao projeto, principalmente no sentido de entendimento do que deve ser feito e também na redução de retrabalho.
P4	Sim, pela facilidade de utilização e entendimento do diagrama.
P5	Sim. Atualmente, no NTI, não temos processo de eliticção de requisitos, e existe uma variação qualitativa muito grande nos requisitos e no conjunto de requisitos. A adoção de um processo obrigaria a termos um nivelamento de ambos.
P6	Sim. Para aumentar a segurança de estar entregando um produto de maior qualidade para nossos usuários.
P7	Sim, tenho certeza que seria bastante interessante aplicarmos dentro dos projetos da Instituição, visto que os requisitos muitas vezes são os fatores determinantes de sucesso de um projeto. Já participei de um projeto onde um requisito mal elaborado teve um custo altíssimo após a subida do código à produção.
P8	Sim, pelo fato de ser um processo com uma "sequência" que auxilia na definição inicial do aplicativo, além de gerar um documento onde os principais envolvidos terão conhecimento do escopo do projeto.
P9	Sim. Pelo nível de qualidade e detalhamento dos requisitos e os artefatos gerados.
P10	Sim, principalmente no que diz respeito a geração automática da lista de requisitos. Isso com certeza seria de grande ajuda para andamento do trabalho.
P11	Sim. A definição de um Processo de Software que gere artefatos úteis para a gestão do projeto, e estruture os passos a serem executados até o seu fim são essenciais para melhorar nosso funcionamento como setor de desenvolvimento de software.
P12	Sim, mas com ressalvas. O Diagrama da Sysml embora simples de construir, não posso garantir que será motivante fazer ele para todos os requisitos do sistema. O que eu gostei de verdade foi a adaptação dos conceitos da Sysml com as funcionalidades do redmine, pois os relatórios que podemos gerar e os relacionamentos que criamos por lá atenderam as minhas expectativas e se aproximaram do nosso dia a dia no NTI.

Com relação a última pergunta, 100% dos entrevistados afirmaram que sim, gostariam de utilizar o processo em um novo projeto. Entre outras respostas mencionadas na última pergunta, destacaram-se como motivação da resposta: “não é um processo oneroso”; “facilita o mapeamento dos requisitos e melhora o entendimento para ambas as partes, analista e cliente”; “agrega valor ao projeto”; “facilidade de utilização e entendimento do diagrama”; “o NTI não possui um processo para tal atividade”; “geração de documentos de requisitos”; “identificação dos relacionamentos entre requisitos”. O Analista de Sistemas P12 fez uma ressalva quanto o

esforço necessário para criar manualmente o Diagrama de Requisitos da SysML para projetos com um número alto de requisitos.

Em resposta à questão Q3 da Tabela 4.1, a análise das respostas à entrevista sugerem que em termos de resultado geral do processo, envolvendo a melhora na comunicação entre os stakeholders e definição da documentação de requisitos em nível de usuário, os Analistas de Sistemas sentem-se satisfeitos com os resultados alcançados. Os entrevistados, em sua maioria, indicam que o processo pode melhorar a realização de suas atividades na instituição e se sentem capazes de executar o processo pela sua facilidade de entendimento e clareza na documentação do processo. Por fim, os Analistas de Sistemas sentem-se motivados a utilizar o processo em projetos futuros. Diante das respostas analisadas e salvo suas ressalvas, pode-se inferir que o resultado geral do processo é satisfatório na visão dos Analistas de Sistemas participantes deste estudo.

4.4.3 Ameaças à Validade

Mesmo diante dos resultados obtidos, este estudo apresenta ameaças à sua validade que não podem ser desconsideradas. Desta forma, são apresentados três tipos de ameaças encontradas.

Validade interna: devido o fator humano e contexto participativo da pesquisa-ação, as respostas ao questionário podem indicar um viés dos participantes em beneficiar a pesquisa. Outra ameaça é o envolvimento dos pesquisadores e participantes que podem erroneamente inferir que podem prejudicar os pesquisadores e os resultados da pesquisa em suas respostas ao questionário caso as respostas não sejam positivas.

Validade externa: devido o contexto específico da intervenção realizada por meio deste estudo, não se deve generalizar os resultados aqui obtidos.

Validade de conclusão: não podemos afirmar que os mesmos resultados podem ser obtidos caso um novo estudo desta mesma metodologia e com objetivos semelhantes seja realizado, devido o contexto restrito em que foi desenvolvido este estudo. Todavia, acreditamos que nossos resultados são válidos e que um novo estudo de pesquisa-ação pode ser praticado e alcançar resultados satisfatórios seguindo as atividades indicadas para condução de um estudo de pesquisa-ação conforme sugere a literatura discutida ao longo deste estudo. Não podemos classificar a etapa de avaliação deste estudo como um experimento controlado, mesmo seguindo uma estrutura experimental para realização da avaliação. O intuito de utilizar tal estrutura foi motivado pela necessidade de mitigar uma série de ameaças provocadas pelo ambiente em que foi realizada a pesquisa-ação.

4.5 Conclusão do Capítulo

Este capítulo teve como objetivo avaliar o Processo para Elicitação e Documentação de Requisitos em nível de usuário utilizando a SysML. A avaliação foi conduzida seguindo um roteiro baseado em estudos experimentais *in vivo*, foi utilizada a abordagem GQM para auxiliar na identificação de questões e métricas para avaliação, e foram utilizadas as técnicas de questionário e entrevistas para coleta dos dados, além dos dados coletados a partir dos artefatos gerados no processo.

Com relação aos resultados obtidos, houve grande aceitação por parte dos Analistas de Sistemas em relação ao processo proposto. As questões analisadas obtiveram, em sua maioria, respostas positivas. A partir da análise realizada, apesar das ameaças à validade, os resultados sugerem que a intervenção realizada trouxe melhorias para o NTI, no contexto da Engenharia de Requisitos, em seus projetos de desenvolvimento de software.

No Capítulo 5 são descritas as considerações finais do trabalho, apresentando a conclusão da dissertação, as principais contribuições, as limitações do trabalho e os trabalhos futuros.

5 CONCLUSÃO

A discussão acerca dos problemas enfrentados pelas empresas e instituições públicas no contexto da Engenharia de Requisitos ultrapassa os limites das soluções tecnológicas. Para muitas organizações a solução desses problemas passa pela necessidade de capacitação específica em requisitos de software para seus profissionais e/ou pela transformação cultural do ambiente produtivo, realizada pela implantação de processos de negócio capazes de melhorar a eficácia e a qualidade das atividades desenvolvidas.

Criar uma documentação de requisitos que seja completa e de fácil entendimento por todos os envolvidos em um projeto de software ainda se destaca como um problema a ser resolvido na ER. A produção acadêmica recente tem proposto soluções pouco investigadas na prática quanto a sua eficácia em diferentes tipos de ambientes organizacionais. Neste estudo foi realizada uma intervenção, por meio da metodologia da pesquisa-ação, para solução de problemas relacionados à documentação de requisitos em nível de usuário em projetos do Núcleo de Tecnologia da Informação da Universidade Federal de Sergipe. A falta de um processo específico para tratar as atividades relacionadas a elicitação e documentação dos requisitos no NTI motivou a realização deste estudo.

A pesquisa-ação foi iniciada após a definição do problema e definição do local do estudo. A pesquisa-ação foi realizada em três ciclos e o tempo de duração completo do estudo foi de um ano, com participação de um pesquisador dentro da instituição por tempo parcial durante cada ciclo. No início da intervenção foi realizada uma revisão da literatura acerca de trabalhos relacionados à documentação de requisitos de software em nível de usuário e estudos utilizando a metodologia da pesquisa-ação na Engenharia de software.

O desenvolvimento do estudo de pesquisa-ação realizado foi apresentado no Capítulo 3. No primeiro ciclo de pesquisa-ação foi proposto um template para elicitar e documentar requisitos em nível de usuário utilizando a SysML. O template proposto refere-se ao objetivo específico 1 da dissertação. No segundo ciclo de pesquisa-ação foi proposto um processo para elicitação e documentação de requisitos em nível de usuário. O processo proposto refere-se ao objetivo específico 2 da dissertação. Neste mesmo capítulo o processo foi aplicado em cinco projetos no Núcleo de Tecnologia da Informação da Universidade Federal de Sergipe. Aplicar o processo proposto refere-se ao objetivo específico 3 da dissertação.

No Capítulo 4 foi apresentada a avaliação do processo para elicitação e documentação de requisitos em nível de usuário. A eficácia do processo foi avaliada por meio da execução do processo com aplicação de entrevistas e questionário aos participantes, além da coleta dos dados gerados no processo. Após a avaliação a intervenção foi encerrada. Esta avaliação corresponde ao objetivo específico 4 desta dissertação.

Os resultados obtidos na avaliação, apresentados na Seção 4.4, sugerem ampla aceitação dos participantes quanto à utilização do processo em novos projetos do NTI. A eficácia do processo também é comprovada por meio dos resultados alcançados. O template para documentação de requisitos proposto atendeu às necessidades da instituição e a SysML, por meio do seu Diagrama de Requisitos e da Tabela de Requisitos, se mostrou eficaz na documentação dos relacionamentos entre requisitos. As atividades e os artefatos propostos no processo atenderam as necessidades dos participantes do estudo, incluindo as ferramentas utilizadas na realização das tarefas.

Os resultados apresentados são evidências de uma intervenção realizada com sucesso. A pesquisa-ação mostrou-se uma metodologia capaz de integrar a academia e a indústria ou o setor público para condução de pesquisas práticas na Engenharia de Software.

5.1 Contribuições deste estudo

Este estudo possui relevância científica e prática, pois fornece experiências para a academia por meio da realização de estudos em projetos reais e ajuda na avaliação de práticas propostas na literatura e pouco utilizadas na indústria. Esta dissertação apresentou diversas contribuições para a Engenharia de Software, conforme destacamos a seguir.

Uma contribuição deste trabalho foi o exercício da metodologia da pesquisa-ação em um estudo no contexto da Engenharia de Software. A metodologia se mostrou importante no envolvimento entre pesquisadores e participantes e possibilitou um desenvolvimento evolutivo da pesquisa e resolução do problema. Há uma necessidade de mais estudos práticos na academia e a pesquisa-ação se mostrou neste estudo uma forma de alcançar esse objetivo.

Este estudo possibilitou a transferência de tecnologia entre academia e o setor público, que resultou na principal contribuição desta pesquisa, materializado em um processo para ser utilizado na Engenharia de Requisitos de novos projetos de desenvolvimento de software no Núcleo de Tecnologia da Informação da Universidade Federal de Sergipe.

Este estudo possibilitou a aplicação da SysML para modelagem de requisitos de software no setor público. Esse é um contexto pouco explorado na academia no tocante a eficácia da SysML para documentação de requisitos. Esse estudo contribui trazendo uma avaliação da utilização prática da SysML na perspectiva de Requisitos em nível de usuário em um projeto real dentro de uma instituição pública.

Este trabalho deu origem a um artigo que será submetido a uma revista internacional em 2018, de título: *User Requirements Process: An Action Research in a Brazilian Public Institution*.

Este trabalho também resultou na submissão de um artigo a uma conferência, de título: *Uma Pesquisa-Ação no Contexto de Processos de Engenharia de Requisitos em uma Instituição*.

ção Pública, submetido à conferência “XV Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação (SBSI)”, categoria “artigo completo”(full paper) da Trilha Principal, em Outubro de 2018.

5.2 Limitações deste estudo

Embora os resultados obtidos neste trabalho tenham se mostrado satisfatórios, foram encontradas limitações durante o desenvolvimento da pesquisa.

A abordagem qualitativa utilizada limita a validade de nossos resultados. Os resultados do estudo estão ligados aos julgamentos e interpretações dos envolvidos, o que pode ter influenciado nos resultados. Devido ao método flexível proposto pela pesquisa-ação, outro problema encontrado refere-se ao processo de coleta e análise dos dados. Para aumentar a validade e qualidade dos dados foram realizadas etapas de avaliação em todos os ciclos de pesquisa-ação, em um esforço para aumentar sua credibilidade por meio da análise realizada em diversos momentos da pesquisa.

Outra limitação encontrada refere-se ao tempo necessário para realizar estudos desta natureza. O prazo e o tamanho do estudo não permitiu uma avaliação completa do processo. Para validação completa seria necessário não somente uma avaliação da eficácia, mas também uma avaliação da eficiência do processo por meio de uma análise quantitativa da evolução do processo e também seria importante analisar os efeitos do processo nas demais etapas do ciclo de vida do desenvolvimento do software.

5.3 Trabalhos futuros

Embora o estudo realizado tenha sido concluído com uma análise da eficácia do processo, novas pesquisas são necessárias para avaliar a eficiência e o impacto do processo em relação às outras atividades do ciclo de vida do desenvolvimento de software, além de analisar a perspectiva do Cliente e dos Gestores em relação ao processo. Outro ponto que possibilita novas pesquisas é a utilização da metodologia da pesquisa-ação em estudos aplicados em temas da Engenharia de Software em relação aos resultados obtidos sob a perspectiva da ciência e da indústria. Desta forma, este estudo possibilitou identificar os seguintes trabalhos futuros que podem ser realizados.

Em relação ao Processo para Elicitação e Documentação de Requisitos em nível de usuário:

- Realizar uma avaliação do processo do ponto de vista dos usuários/clientes;
- Realizar uma avaliação do processo para analisar o seu impacto nas demais fases do ciclo de desenvolvimento de software;

- Aplicar o processo por meio de uma pesquisa-ação em outra instituição pública com problemas semelhantes ao tratado no estudo;
- Criar uma ferramenta para geração automática do Diagrama de Requisitos da SysML a partir do template proposto.

Em relação a utilização da metodologia da pesquisa-ação na Engenharia de Software:

- Investigar trabalhos realizados na Engenharia de Software por meio de pesquisa-ação e classificar seus resultados em relação às contribuições proporcionadas tanto para a ciência quanto para a indústria;
- Realizar pesquisa para definição de um guia para realização de projetos voltados para transferência de tecnologia entre a academia e instituições públicas conduzidos por meio da metodologia da pesquisa-ação.

Referências

- AALST, W. M. V. D. Business Process Management: A Comprehensive Survey. *ISRN Software Engineering*, Hindawi Publishing Corporation, v. 2013, 2013.
- ACHIMUGU, P. et al. A Systematic Literature Review of Software Requirements Prioritization Research. *Information and software technology*, Elsevier, v. 56, n. 6, p. 568–585, 2014.
- AMYOT, D. et al. Towards Improved Requirements Engineering with SysML and the User Requirements Notation. In: IEEE. *Requirements Engineering Conference (RE), 2016 IEEE 24th International*. [S.l.], 2016. p. 329–334.
- AMYOT, D.; MUSSBACHER, G. User Requirements Notation: The First Ten Years, The Next Ten Years. *JSW*, v. 6, n. 5, p. 747–768, 2011.
- ASGHAR, A. R. et al. The Impact of Analytical Assessment of Requirements Prioritization Models: An Empirical Study. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*, v. 8, n. 2, p. 303–313, 2017.
- BASILI, V. et al. GQM+ Strategies: A Comprehensive Methodology for Aligning Business Strategies with Software Measurement. *Proceedings of the DASMA Software Metric Congress (MetriKon 2007): Magdeburger Schriften zum Empirischen Software Engineering, pages 253-266, Kaiserslautern, Germany, November 15-16 2007*, 2014.
- BASILI, V. R.; WEISS, D. M. A Methodology for Collecting Valid Software Engineering Data. *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE Press, v. 10, n. 6, p. 728–738, 1984.
- BECKER, C. et al. Requirements: The Key to Sustainability. *IEEE Software*, IEEE, v. 33, n. 1, p. 56–65, 2016.
- BERANDER, P.; ANDREWS, A. Requirements Prioritization. In: *Engineering and managing software requirements*. [S.l.]: Springer, 2005. p. 69–94.
- BERRY, D. M. The Inevitable Pain of Software Development: Why There is no Silver Bullet. In: *Radical Innovations of Software and Systems Engineering in the Future*. [S.l.]: Springer, 2004. p. 50–74.
- BIZAGI. (*Bizagi.com, 2018*). 2018. Disponível em: <<https://www.bizagi.com/en/products/bpm-suite/modeler>>.
- BJARNASON, E. et al. Challenges and Practices in Aligning Requirements with Verification and Validation: A Case Study of Six Companies. *Empirical Software Engineering*, Springer, v. 19, n. 6, p. 1809–1855, 2014.
- BOURQUE, P.; FAIRLEY, R. E. et al. *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK (R)): Version 3.0*. [S.l.]: IEEE Computer Society Press, 2014.
- BRAUDE, E.; BERNSTEIN, M. *Software Engineering: Modern Approaches, Second Edition*. [S.l.]: John Wiley, USA, 2016.
- BROOKS, F. P. No Silver Bullet. *IEEE Computer*, v. 20, n. 4, p. 10–19, 1987.

- BUEDE, D.; MILLER, W. *The Engineering Design of Systems: Models and Methods*. [S.l.]: Wiley, USA, 2016. (Wiley Series in Systems Engineering and Management).
- CBOK, B. *Guide to the Business Process Management Common Body of Knowledge (BPM CBOK) 3.0*. [S.l.]: ABPMP Brazil São Paulo, 2013.
- CHANG, C.-H. et al. A SysML Based Requirement Modeling Automatic Transformation Approach. In: IEEE. *Computer Software and Applications Conference Workshops (COMPSACW), 2014 IEEE 38th International, Sweden*. [S.l.], 2014. p. 474–479.
- CHINOSI, M.; TROMBETTA, A. BPMN: An Introduction to the Standard. *Computer Standards & Interfaces*, Elsevier, v. 34, n. 1, p. 124–134, 2012.
- CONDORI-FERNÁNDEZ, N. et al. Analyzing the Effect of the Collaborative Interactions on Performance of Requirements Validation. In: SPRINGER. *International Working Conference on Requirements Engineering: Foundation for Software Quality*. [S.l.], 2014. p. 216–231.
- CUI, X.; PAIGE, R. An Integrated Framework for System/Software Requirements Development Aligning with Business Motivations. In: IEEE. *Computer and Information Science (ICIS), 2012 IEEE/ACIS 11th International Conference on*. [S.l.], 2012. p. 547–552.
- ELDEN, M.; CHISHOLM, R. F. Emerging Varieties of Action Research: Introduction to the Special Issue. *Human relations*, Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA, v. 46, n. 2, p. 121–142, 1993.
- ELLIS, K.; BERRY, D. M. Quantifying the Impact of Requirements Definition and Management Process Maturity on Project Outcome in Large Business Application Development. *Requirements Engineering*, Springer, p. 1–27, 2013.
- FABRA, J. et al. Automatic Execution of Business Process Models: Exploiting the Benefits of Model-driven Engineering Approaches. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 85, n. 3, p. 607–625, 2012.
- FEMMER, H. et al. Rapid Quality Assurance with Requirements Smells. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 123, p. 190–213, 2017.
- FERNÁNDEZ, D. M. et al. Naming the Pain in Requirements Engineering: Comparing Practices in Brazil and Germany. *IEEE Software*, IEEE, v. 32, n. 5, p. 16–23, 2015.
- GEIGER, M. et al. Bpmn 2.0: The State of Support and Implementation. *Future Generation Computer Systems*, Elsevier, v. 80, p. 250–262, 2018.
- HALL, T.; BEECHAM, S.; RAINER, A. Requirements Problems in Twelve Software Companies: An Empirical Analysis. *IEE Proceedings-Software*, IET, v. 149, n. 5, p. 153–160, 2002.
- HAMPSON, K. Technical Evaluation of the Systems Modeling Language (SysML). *Procedia Computer Science*, Elsevier, v. 44, p. 403–412, 2015.
- HUTCHINSON, J.; WHITTLE, J.; ROUNCEFIELD, M. Model-Driven Engineering Practices in Industry: Social, Organizational and Managerial Factors that lead to Success or Failure. *Science of Computer Programming*, Elsevier, v. 89, p. 144–161, 2014.

- HUTCHINSON, J. et al. Empirical Assessment of MDE in Industry. In: IEEE. *Software Engineering (ICSE), 2011 33rd International Conference on*. [S.l.], 2011. p. 471–480.
- ISO, I. *IEEE. 29148: 2011-Systems and Software Engineering-Requirements Engineering*. [S.l.], 2011.
- JOUAULT, F.; KURTEV, I. Transforming Models with ATL. In: SPRINGER. *International Conference on Model Driven Engineering Languages and Systems*. [S.l.], 2005. p. 128–138.
- KHAN, J. A. et al. Comparison of Requirement Prioritization Techniques to Find Best Prioritization Technique. *International Journal of Modern Education and Computer Science*, Modern Education and Computer Science Press, v. 7, n. 11, p. 53, 2015.
- KHODAMBASHI, S. Business Process Re-engineering Application in Healthcare in a Relation to Health Information Systems. *Procedia Technology*, Elsevier, v. 9, p. 949–957, 2013.
- KIM, M. et al. Managing Requirements Conflicts in Software Product Lines: A Goal and Scenario Based Approach. *Data & Knowledge Engineering*, Elsevier, v. 61, n. 3, p. 417–432, 2007.
- KITCHENHAM, B. Procedures for Performing Systematic Reviews. *Keele, UK, Keele University*, v. 33, n. 2004, p. 1–26, 2004.
- LAMSWEERDE, A. V. Requirements Engineering in the Year 00: A Research Perspective. In: ACM. *Proceedings of the 22nd international conference on Software engineering*. [S.l.], 2000. p. 5–19.
- LAPLANTE, P. A. *Requirements Engineering for Software and Systems*. [S.l.]: CRC Press, USA, 2013.
- LATUM, F. V. et al. Adopting GQM based Measurement in an Industrial Environment. *IEEE software*, IEEE, v. 15, n. 1, p. 78–86, 1998.
- LEOPOLD, H.; MENDLING, J.; GÜNTHER, O. Learning from Quality Issues of BPMN Models from Industry. *IEEE Software*, IEEE, v. 33, n. 4, p. 26–33, 2016.
- MAFRA, P. et al. Towards Guidelines for Preventing Critical Requirements Engineering Problems. In: IEEE. *Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), 2016 42th Euromicro Conference on*. [S.l.], 2016. p. 25–29.
- MAVIN, A. et al. Easy Approach to Requirements Syntax (EARS). In: IEEE. *Requirements Engineering Conference, 2009. RE'09. 17th IEEE International*. [S.l.], 2009. p. 317–322.
- MCKAY, J.; MARSHALL, P. The Dual Imperatives of Action Research. *Information Technology & People*, MCB UP Ltd, v. 14, n. 1, p. 46–59, 2001.
- MODELIO. (*Modeliosoft.com*, 2018). 2018. Disponível em: <<https://www.modeliosoft.com/en/modules/sysml-architect.html>>.
- MUŞAT, L. et al. Semi-formal Representation of Requirements for Automotive Solutions Using SysML. In: *Languages, Design Methods, and Tools for Electronic System Design*. [S.l.]: Springer, 2016. p. 57–81.

- OLIVEIRA, F.; GOLDMAN, A.; SANTOS, V. Managing Technical Debt in Software Projects using Scrum: An Action Research. In: IEEE. *Agile Conference (AGILE), 2015*. [S.l.], 2015. p. 50–59.
- OMG, B. P. M. Notation (BPMN). *FTF Beta*, v. 1, 2011.
- PAECH, B. et al. An Analysis of Empirical Requirements Engineering Survey Data. In: *Engineering and Managing Software Requirements*. [S.l.]: Springer Berlin Heidelberg, 2005. p. 427–452.
- PAPYRUS. (*Papyrus, 2018*). 2018. Disponível em: <<http://www.eclipse.org/papyrus/>>.
- PATIG, S.; STOLZ, M. A Pattern-based Approach for the Verification of Business Process Descriptions. *Information and Software Technology*, Elsevier, v. 55, n. 1, p. 58–87, 2013.
- PETERSEN, K. et al. Action Research as a Model for Industry-Academia Collaboration in the Software Engineering Context. In: *Proceedings of the 2014 International Workshop on Long-term Industrial Collaboration on Software Engineering*. New York, NY, USA: ACM, 2014. (WISE '14), p. 55–62.
- PILLAT, R. M. et al. Bpmnt: A BPMN Extension for Specifying Software Process Tailoring. *Information and Software Technology*, Elsevier, v. 57, p. 95–115, 2015.
- PITANGUEIRA, A. M.; MACIEL, R. S. P.; BARROS, M. Software Requirements Selection and Prioritization using SBSE Approaches: A Systematic Review and Mapping of the Literature. *Journal of Systems and Software*, Elsevier, v. 103, p. 267–280, 2015.
- POHL, K. *Requirements Engineering: Fundamentals, Principles, and Techniques*. 1st. ed. [S.l.]: Springer Publishing Company, Incorporated, USA, 2010.
- POHL, K. *Requirements Engineering Fundamentals, 2nd Edition: A Study Guide for the Certified Professional for Requirements Engineering Exam - Foundation Level - IREB compliant*. [S.l.]: Rocky Nook, USA, 2016. ISBN 9781937538842.
- PRESSMAN, R.; MAXIM, B. *Engenharia de Software-8ª Edição*. [S.l.]: McGraw Hill, Brasil, 2016.
- RAMASUBBU, N. Governing Software Process Improvements in Globally Distributed Product Development. *IEEE Transactions on Software Engineering*, IEEE, v. 40, n. 3, p. 235–250, 2014.
- REDMINE. (*Redmine.org, 2018*). 2018. Disponível em: <<http://www.redmine.org/>>.
- SAATY, T. L. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *International journal of services sciences*, Inderscience Publishers, v. 1, n. 1, p. 83–98, 2008.
- SANTOS, P. S. M. D.; TRAVASSOS, G. H. Action Research can Swing the Balance in Experimental Software Engineering. In: *Advances in computers*. [S.l.]: Elsevier, 2011. v. 83, p. 205–276.
- SCANNIELLO, G. et al. On the Effect of Using SysML Requirement Diagrams to Comprehend Requirements: Results from two Controlled Experiments. In: ACM. *Proceedings of the 18th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. [S.l.], 2014. p. 49.

- SOARES, M. S.; CIOQUETTA, D. S. Analysis of Techniques for Documenting User Requirements. In: SPRINGER. *International Conference on Computational Science and Its Applications*. [S.l.], 2012. p. 16–28.
- SOARES, M. S.; VRANCKEN, J. Requirements Specification and Modeling Through SysML. In: IEEE. *Systems, Man and Cybernetics, 2007. ISIC. IEEE International Conference on*. [S.l.], 2007. p. 1735–1740.
- SOARES, M. S.; VRANCKEN, J. L. Model-Driven User Requirements Specification using SysML. *JSW*, v. 3, n. 6, p. 57–68, 2008.
- SOLINGEN, R. V.; BERGHOUT, E. *The Goal/Question/Metric Method: A Practical Guide for Quality Improvement of Software Development*. [S.l.]: McGraw-Hill, UK, 1999.
- SOMMERVILLE, I. *Engenharia de Software*. [S.l.]: Pearson Prentice Hall, USA, 2011.
- SOUSA, T. L. de et al. Using Scrum in Outsourced Government Projects: An Action Research. In: IEEE. *System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on*. [S.l.], 2016. p. 5447–5456.
- STÖRRLE, H. How are Conceptual Models used in Industrial Software Development?: A Descriptive Survey. In: ACM. *Proceedings of the 21st International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. [S.l.], 2017. p. 160–169.
- SYSML, O. *OMG Systems Modeling Language*. [S.l.]: Version 1.4, 2015.
- THIOLLENT, M. Metodologia da Pesquisa-ação. In: *Metodologia da Pesquisa-ação*. [S.l.]: Cortez, Brasil, 2011.
- TONELLA, P.; SUSI, A.; PALMA, F. Interactive Requirements Prioritization using a Genetic Algorithm. *Information and software technology*, Elsevier, v. 55, n. 1, p. 173–187, 2013.
- TRIPP, D. Action Research: A Methodological Introduction. *Educação e pesquisa*, SciELO, Brasil, v. 31, n. 3, p. 443–466, 2005.
- WIEGERS, K.; BEATTY, J. *Software Requirements*. [S.l.]: Pearson Education, USA, 2013. (Developer Best Practices). ISBN 9780735679627.
- WOHLIN, C. et al. *Experimentation in Software Engineering*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2012.

Apêndices

APÊNDICE A – Exemplos dos artefatos gerados no processo

Projetos e Convênios Busca: Projetos e Convênios

+ Visão geral Atividade **Tarefas** Tempo gasto Gantt Calendário Notícias Documentos Wiki Arquivos Configurações

Requisito #192 [Editar](#) [Tempo de trabalho](#) [Observar](#) [Copiar](#) [Excluir](#)

Listar Formas de Captação de Recursos [« Anterior | 115/115 | Próximo »](#)
Adicionado por P5 _ 18 dias atrás. Atualizado 18 dias atrás.

Situação:	Nova	Início:	12/07/2018
Prioridade:	Normal		
Atribuído para:	-		
Tipo de Requisito:	Funcional	Participantes externos:	
Relação com outros módulos:		Documentação Legal:	Nenhum
Tipo de Relacionamento (SysML):	Derive		

Descrição [Responder](#)
Listar Formas de Captação de Recursos

Subtarefas [Adicionar](#)

Tarefas relacionadas [Adicionar](#)

relacionado a Requisito #190: Cadastro de Formas de Captação de Recursos	Nova	2018-07-12	🔗
--	------	------------	-------------------

Histórico

Atualizado por P5 _ há 18 dias [#1](#)

- relacionado a *Requisito #190: Cadastro de Formas de Captação de Recursos* adicionado

Atualizado por P5 _ há 18 dias [#2](#)

- Tipo de Relacionamento (SysML) *Derive* adicionado
- Tipo de Relacionamento (SysML) *excluído (Containment)*

Tarefas
[Ver todas as tarefas](#)
[Resumo](#)
[Importar](#)

Consultas personalizadas
[Documento de Requisitos](#)
[Lista de Requisitos](#)

Observadores (0) [Adicionar](#)

Figura A.1 – Exemplo: Registrar dados do requisito (Redmine)- Projetos e Convênios

LISTA DE STAKEHOLDERS		
PROJETO		
Projetos e Convênios		
ANALISTA DE SISTEMAS		
P4, P5, P9 e P10		
ID: 01	NOME : Carlos Roberto [REDACTED]	DATA:
CARGO/FUNÇÃO: Coordenador		PODER DE DECISÃO: (x)Alto ()Médio ()baixo
E-MAIL: [REDACTED]@ufs.br		TELEFONE: 9898-9898
SETOR: Coordenação de programas, convênios e contratos		PARTICIPA DA ACEITAÇÃO? (x)Sim ()Não
OBJETIVOS E INTERESSES: Objetiva a construção de um sistema para o gerenciamento de contratos e convênios na UFS.		
ID: 02	NOME : Jose [REDACTED]	DATA:
CARGO/FUNÇÃO: Técnico administrativo		PODER DE DECISÃO: ()Alto (x)Médio ()baixo
E-MAIL: [REDACTED]@gmail.com		TELEFONE: 9998-9898
SETOR: Coordenação de programas, convênios e contratos		PARTICIPA DA ACEITAÇÃO? (x)Sim ()Não
OBJETIVOS E INTERESSES: Objetiva a construção de um sistema para o gerenciamento de contratos e convênios na UFS.		

Figura A.2 – Exemplo: Lista de Stakeholders - Projetos e Convênios

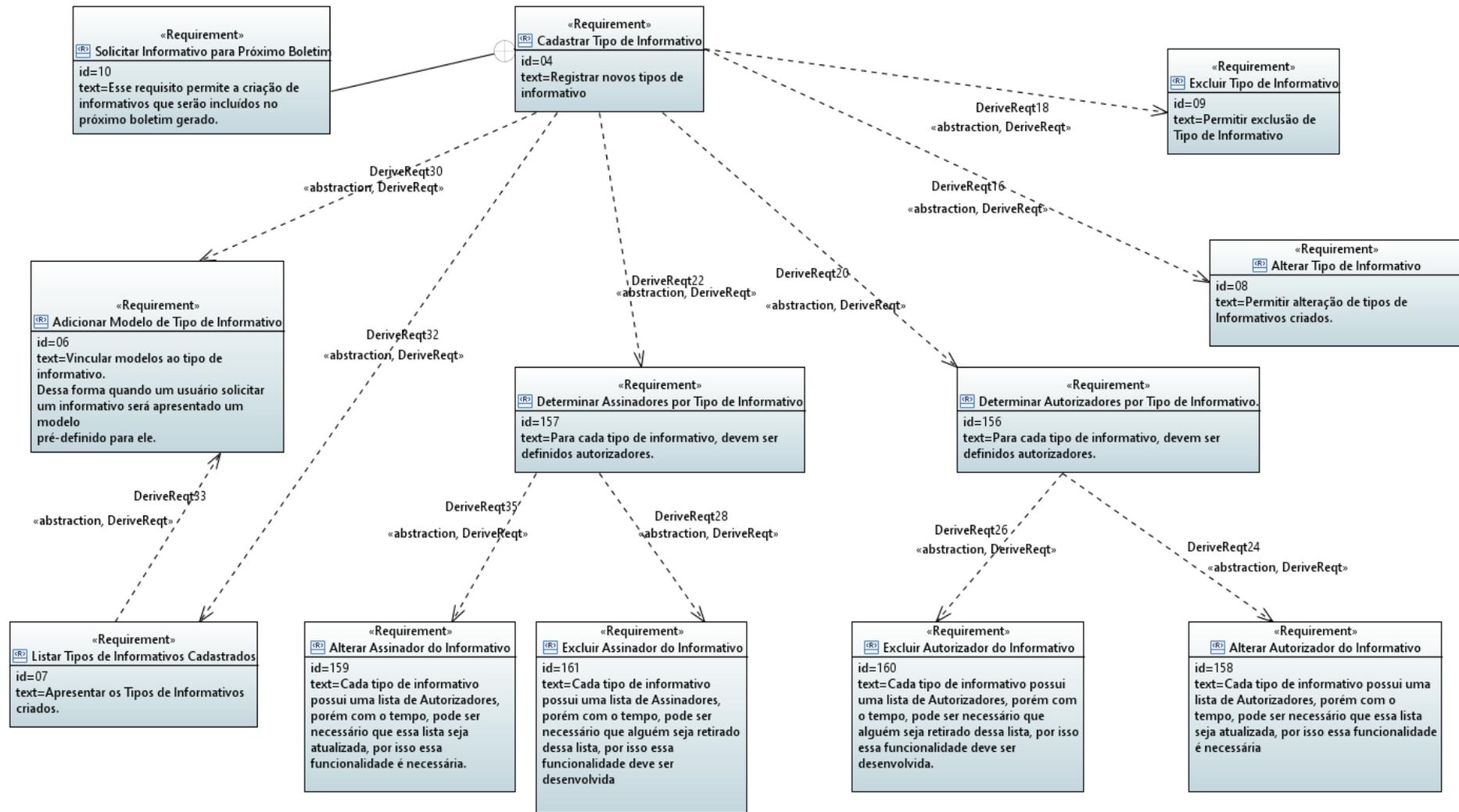


Figura A.3 – Exemplo: Diagrama de Requisitos da SysML (Papyrus) - Boletim de Serviços

LISTA DE CONFLITOS	
PROJETO:	
Boletim de Serviços	
ANALISTA DE SISTEMAS:	
P3 e P6	
ID: 1	DATA:
DESCRIÇÃO DO CONFLITO: Adicionar Link no Boletim para Consultar Informativos Assinados Digitalmente	
REQUISITOS ENVOLVIDOS (ID): 199	
DECISÃO: Ficou decidido que era desnecessária a implementação dessa funcionalidade	
ID: 2	DATA:
DESCRIÇÃO DO CONFLITO: Permitir Vincular Alterações/Revogações em Resoluções a Serem Publicadas	
REQUISITOS ENVOLVIDOS (ID): 194 e 152	
DECISÃO: Ficou decidido que o R-152 continuaria sendo considerado, já que tanto o R-194 e R-152 descrevem a mesma funcionalidade	
ID: 3	DATA:
DESCRIÇÃO DO CONFLITO: Despublicar Informativo - os usuários inicialmente queriam a implementação dessa funcionalidade, porém havia uma questão quanto a legalidade dessa medida	
REQUISITOS ENVOLVIDOS (ID): 137	
DECISÃO: Ficou decidido que essa funcionalidade deveria ficar desabilitada, devido ao risco de que ela fosse de encontro ao princípio da legalidade, previsto, no Art 37 da Constituição Federal	
ID: 4	DATA:
DESCRIÇÃO DO CONFLITO: Editar Boletim Publicado - os usuários inicialmente queriam a implementação dessa funcionalidade, porém havia uma questão quanto a legalidade dessa medida	
REQUISITOS ENVOLVIDOS (ID): 135	
DECISÃO: Ficou decidido que essa funcionalidade deveria ficar desabilitada, devido ao risco de que ela fosse de encontro ao princípio da legalidade, previsto, no Art 37 da Constituição Federal	

Figura A.4 – Exemplo: Lista de Conflitos - Boletim de Serviços

CHECKLIST PARA VALIDAÇÃO DOS REQUISITOS EM NÍVEL DE USUÁRIO		
PROJETO		
Jubilamento		
ANALISTA DE SISTEMAS	DATA	
P12		
CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE	Sim	Não
Essencial:		
Os requisitos definidos são essenciais para implementação do software por definirem uma capacidade essencial, característica, restrição ou fator de qualidade?	X	
Independente de implementação:		
Os requisitos evitam colocar restrições desnecessárias na arquitetura?	X	
Sem ambiguidade:		
Os requisitos estão descritos de tal forma que podem ser interpretados de uma única maneira?	X	
Os requisitos estão descritos de forma compreensível pelos stakeholders?		X
Consistente:		
Os requisitos estão livres de conflitos?	X	
Os requisitos estão descritos de acordo com o template e seus atributos?	X	
Completo:		
Os requisitos estão descritos de forma que podem ser mensurados?		X
O conjunto de requisitos não precisa de dados adicionais porque contém tudo o que é pertinente para a definição do software ou funcionalidade especificada?		X
O documento de requisitos inclui todas as necessidades conhecidas dos stakeholders ou do sistema?	X	
Os requisitos descritos descrevem as características necessárias para atender às necessidades dos stakeholders?	X	
Singular:		
Os requisitos possuem um identificador único?	X	
Apenas um requisito foi definido?	X	
Viável:		
Os requisitos são tecnicamente viáveis, não requerem grandes avanços tecnológicos, e se encaixa dentro das restrições do sistema?	X	
Rastreável:		
Os requisitos são rastreáveis em relação aos artefatos que o antecedem?	X	
Os requisitos são rastreáveis artefatos relacionados criados após sua documentação?		X
Os requisitos são rastreáveis para outros requisitos relacionados?	X	
Verificável:		
Os requisitos possuem meios que facilitem provar que o sistema satisfaz o requisito Especificado?	X	
Os requisitos foram priorizados?	X	
Acessível:		
O conjunto completo de requisitos pode ser implementado por uma solução viável dentro das restrições do projeto (por exemplo: custo, prazo, técnico, legal ou de qualidade)?	X	
Limitado:		
O conjunto de requisitos mantém o escopo identificado para a solução pretendida sem aumentar além do que é necessário para satisfazer as necessidades dos stakeholders?	X	

Figura A.5 – Exemplo: Checklist de Validação - Jubilamento

Lato Sensu - Lista de Requisitos

#	Título	Tipo	Tipo de Requisito	Prioridade	Autor
Alta (4)					
250	Incluir dados de financiamento da Proposta	Requisito	Funcional	Alta	P11 _
254	Não permitir que o usuário altere o status do discente para 'Aprovado' se não houver mais vagas.	Requisito	Funcional	Alta	P11 _
270	Adicionar filtro na busca de Cursos	Requisito	Funcional	Alta	P11 _
291	Remover a validação que não permite que um curso possua mais docentes externos do que internos.	Requisito	Funcional	Alta	P11 _
Normal (34)					
252	Não permitir que a soma das cargas horárias dos docentes externos seja superior à 50% da carga horária do curso.	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
253	Permitir a visualização detalhada das propostas de curso.	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
255	Desvincular a Data de Início de Mandato do Coordenador	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
256	Criar o status 'Pagamento Realizado' de GRU para Processo Seletivo	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
257	Carregar dados cadastrados pelo candidato durante o cadastro do discente	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
258	Notificação por email de matrícula em curso	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
259	Incluir outras opções nos dados do processo seletivo	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
261	Preencher automaticamente os campos de data na Criação da Turma de Entrada	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
262	Definir vencimento do boleto como 1º dia útil após término das inscrições	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
263	Inserir configuração de GRU de Lato	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
264	Limpar campos de "Ano" e "Período" no formulário de Cadastro de Turma	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
265	Adicionar item "Corpo Docente" na página pública de Curso Lato	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
266	Listar todos alunos em "Alunos do Curso"	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
267	Remover as opções de adição "Docentes que não pertencem ao programa" e "Docentes Externos" do Cadastro de Turma.	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
268	Criar a aba Módulos na página pública de Curso Lato Sensu	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
269	Remover a aba Turma da página pública de Curso Lato Sensu	Requisito	Funcional	Normal	P11 _
272	Visualizar a justificativa de um edital devolvido	Requisito	Funcional	Normal	P2 _
274	Adicionar coluna com a Data de Submissão dos relatórios na página de consulta de Relatórios Finais.	Requisito	Funcional	Normal	P2 _
275	Criar papel Bolsista	Requisito	Funcional	Normal	P2 _
277	Criar relatório "Listar Quantitativo de Alunos Ativos/Matriculados por Curso".	Requisito	Funcional	Normal	P2 _
278	Criar funcionalidade para emissão de declaração de participação de bancas de TCC	Requisito	Funcional	Normal	P7 _
279	Criar funcionalidade de consulta de defesas de Lato Sensu	Requisito	Funcional	Normal	P7 _
280	Criar relatório de docentes por curso	Requisito	Funcional	Normal	P7 _
281	Criar relatório de coordenadores por curso	Requisito	Funcional	Normal	P7 _
282	Criar relatório de demanda e vagas de Processos Seletivos	Requisito	Funcional	Normal	P7 _

Figura A.6 – Exemplo: Lista de Requisitos - Restaurante universitário

Restaurante universitário - Documento de Requisitos

#	Título	Tipo	Tipo de Requisito	Prioridade	Autor	Relação com outros módulos	Participantes externos	Documentação Legal	Arquivos	Tipo de Relacionamento (SysML)	Tarefas relacionadas
197	Adicionar funcionalidade Gerar GRU no portal do discente	Requisito	Funcional	Alta	P1 _	Portal discente acessa módulo do restaurante no SIPAC.	Diretor do RESUN e Coordenador do RESUN	Nenhum		Derive	relacionado a #149, relacionado a #210, relacionado a #211, relacionado a #215
200	Adicionar funcionalidade Solicitar Crédito Emergencial no portal do discente	Requisito	Funcional	Alta	P1 _	Portal discente acessa módulo do restaurante no SIPAC.	Diretor do RESUN e Coordenador do RESUN	Nenhum		Derive	relacionado a #149
201	Adicionar funcionalidade Consultar Saldo no portal do discente	Requisito	Funcional	Alta	P1 _	Portal discente acessa módulo do restaurante no SIPAC.	Diretor do RESUN e Coordenador do RESUN	Nenhum		Derive	relacionado a #149, relacionado a #212, relacionado a #213, relacionado a #214
Exibir o saldo do valor total em reais.											
202	Adicionar funcionalidade Consultar Saldo no portal administrativo	Requisito	Funcional	Alta	P1 _		Diretor do RESUN e Coordenador do RESUN	Nenhum		Derive	relacionado a #151, relacionado a #212, relacionado a #213, relacionado a #214
Exibir o saldo do valor total em reais.											
204	Adicionar funcionalidade Gerar GRU no portal administrativo	Requisito	Funcional	Alta	P1 _		Diretor do RESUN e Coordenador do RESUN	Nenhum		Derive	relacionado a #151, relacionado a #210, relacionado a #211, relacionado a #215
206	Adicionar funcionalidade Consultar Saldo no portal do docente	Requisito	Funcional	Alta	P1 _	Portal docente acessa módulo do restaurante no SIPAC.	Diretor do RESUN e Coordenador do RESUN	Nenhum		Derive	relacionado a #150, relacionado a #212, relacionado a #213, relacionado a #214
Exibir o saldo do valor total em reais.											

Figura A.7 – Exemplo: Documento de Requisitos - Restaurante universitário