

UNIVERSIDADE FEEVALE

DIEGO PORT TEIXEIRA

MODELO PARA RASTREABILIDADE DE REQUISITOS PARA A  
EMPRESA SECULLUM SOFTWARES

Novo Hamburgo  
2015

DIEGO PORT TEIXEIRA

MODELO PARA RASTREABILIDADE DE REQUISITOS PARA A  
EMPRESA SECULLUM SOFTWARES

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial  
à obtenção do grau de Bacharel em  
Sistemas de Informação pela  
Universidade Feevale

Orientador: Adriana Neves dos Reis

Novo Hamburgo  
2015

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a todos os que, de alguma maneira, contribuíram para a realização desse trabalho de conclusão, em especial:

Aos familiares, amigos e colegas de trabalho com suas críticas e sugestões, ao diretor da Secullum Softwares que permitiu utilizar a empresa como objeto de estudo, e à minha noiva, pelo apoio emocional nos períodos mais difíceis do trabalho.

## RESUMO

Nos últimos anos, a rastreabilidade de requisitos vem se destacando como uma maneira eficiente de unir a evolução de sistemas com a necessidade de mudança no produto de software. Para Sayao e Leite (2005), a rastreabilidade de requisitos apresenta-se como um dos quesitos mais importantes para o desenvolvimento de software de qualidade. Modelos de qualidade focados na maturidade do processo de software, tal como o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*), tratam a rastreabilidade de requisitos, como um pré-requisito para certificação. A Secullum Softwares, empresa que desenvolve sistemas para controle de ponto e acesso, está em fase de implementação das melhorias propostas pelo modelo CMMI, mais precisamente buscando certificação no nível 2 de maturidade. Por conta disto, precisa executar as atividades de rastreabilidade de requisitos. Para isto, dispõe de uma ferramenta interna, a qual se demonstra ineficaz quanto à agilidade de cadastramento de informações pertinentes à rastreabilidade, tais como cadastramento de artefatos e requisitos, vinculação entre artefatos e requisitos, e análise de impacto em alterações de requisitos e/ou artefatos. Sendo assim, este trabalho propõe um modelo de rastreabilidade de requisitos para a empresa e desenvolve uma ferramenta aplicando-o. Desta maneira, a ferramenta foi disponibilizada para uso por uma das equipes da empresa, durante um ciclo de desenvolvimento. A partir disso, um questionário foi aplicado com os usuários da ferramenta, a fim de avaliar a adequação da mesma frente ao contexto de desenvolvimento da empresa. Os resultados obtidos através da aplicação do questionário foram favoráveis em relação à nova ferramenta, principalmente no que diz respeito ao tempo utilizado para cadastro e criação de elos entre requisitos, histórias e artefatos. Entretanto, recomenda-se um tempo maior de utilização da ferramenta proposta para afirmar que a funcionalidade de análise de impacto de mudanças se adequa ao modelo de desenvolvimento utilizado pela empresa atualmente.

Palavras-chave: Rastreabilidade de requisitos. Gerenciamento de requisitos. Requisitos. Artefatos.

## ABSTRACT

In recent years, the requirements traceability has emerged as an efficient way to unite the systems evolution with the need for change in the software product. To Sayao and Leite (2005), the requirements traceability is show as one of the most important questions for the development quality software. Quality models focused on software process maturity, such as CMMI (Capability Maturity Model Integration) deal the requirements traceability as a prerequisite to certification. The Secullum Softwares, company which develops point and access control systems, it is in the implementation phase of the improvements proposed by the CMMI model, specifically seeking level 2 maturity certification. Therefore, it has to perform the requirements traceability activities. This way, it has an internal tool, which proves to be ineffective in relation of the agility of registration of relevant traceability information, such as registration of artifacts and requirements, links between artifacts and requirements, and the change impact analysis of requirements and / or artifacts. Thus, this work proposes a model for the requirements traceability to the company and develop a tool to apply it. This way, the tool was made available for use by one of the company's teams during a development cycle. From this, a questionnaire was applied to the tool's users, in order to assess the tool adequacy to the company's development context. The obtained results by questionnaire application were favorable in relation of new tool, particularly about time taken to register and create links between requirements, stories and artifacts. However, it recommended a biggest use time of proposed tool, to state that the impact analysis functionality suits the company's development model currently used.

Key words: Requirement traceability, Requirement management, Requirements, Artifacts.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Modelo Incremental .....	14
Figura 2.2 – Ciclo de desenvolvimento <i>Scrum</i> .....	15
Figura 2.3 – Rastreabilidade Vertical e Horizontal .....	17
Figura 2.4 – Pré-rastreabilidade e Pós-rastreabilidade .....	18
Figura 2.5 – Evolução da <i>baseline</i> de requisitos .....	19
Figura 2.6 – Elo entre dois artefatos.....	19
Figura 3.1– Diagrama da função de cadastramento de requisitos.....	22
Figura 3.2 – Tela de criação de novo requisito.....	23
Figura 3.3 – Diagrama da função de cadastramento de estórias .....	24
Figura 3.4 – Diagrama de cadastramento de elos entre requisitos e estórias .....	25
Figura 3.5 – Diagrama da função de cadastramento de artefatos .....	26
Figura 3.6 – Listagem de artefatos na ferramenta Gerenciador de Requisitos.....	26
Figura 3.7 – Diagrama de cadastramento de elos entre estórias e artefatos .....	27
Figura 3.8 – Tela de criação de elos na ferramenta Gerenciador de Requisitos.....	28
Figura 3.9 – Diagrama de simulação de cadastramento de várias ligações entre estórias e artefatos .....	29
Figura 3.10 – Diagrama de análise de impacto de mudanças entre requisitos e artefatos.....	30
Figura 3.11 – Tela de visualização de elos na ferramenta Gerenciador de Requisitos .....	30
Figura 5.1 – Representação gráfica do modelo proposto .....	40
Figura 6.1 – Diagrama do processo de cadastro de equipes e usuários .....	42
Figura 6.2 – Tela de cadastro de usuários .....	43
Figura 6.3 – Tela de cadastro de projetos .....	44
Figura 6.4 – Diagrama do processo de cadastramento de requisitos e adição de documentos	45
Figura 6.5 – Tela de cadastro de requisitos .....	46
Figura 6.6 – Tela de cadastro de estórias.....	47

Figura 6.7 – Diagrama do processo de cadastro de estórias e vínculo com requisitos.....	47
Figura 6.8 – Tela de cadastro de artefatos de maneira manual.....	48
Figura 6.9 – Tela de cadastro de Elos entre requisitos de maneira manual.....	49
Figura 6.10 – Tela de criação de elos entre requisitos e estórias de maneira manual .....	50
Figura 6.11 – Diagrama do processo de cadastro manual de elos entre estórias e artefatos ....	52
Figura 6.12 – Diagrama de criação de elos entre estórias e artefatos de maneira semiautomática .....	53
Figura 6.13 – Tela de listagem commits e artefatos capturados do SVN.....	54
Figura 6.14 – Tela de análise de impacto .....	55
Figura 6.15 – Diagrama do processo de visualização de elos .....	56
Figura 7.1 – Representação das respostas da questão 5, referente à relevância dos elos .....	59
Figura 7.2 – Representação das respostas da questão 6, referente à adição de documentos ....	60
Figura 7.3 – Representação das respostas da questão 8, referentes ao enriquecimento da especificação e automatização de cadastros .....	61

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Tipos de Rastreabilidade.....	17
Tabela 2.2 – Tipos de Elos de Rastreabilidade.....	20
Tabela 4.1 – Comparação entre Ferramentas de Gerenciamento de Requisitos .....	33
Tabela 5.1 – Comparação com o Gerenciador de Requisitos.....	37
Tabela 6.1 – Comparação com a ferramenta Requisitos.Net.....	57
Tabela 7.1 – Resumo das respostas em relação às ferramentas .....	62



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i>
CMMI-DEV	<i>Capability Maturity Model Integration for Development</i>
IBM	<i>International Business Machines</i>
INCOSE	<i>International Council on Systems Engineering</i>
MPSBR	Melhoria de Processos de Softwares Brasileiros
SEI	<i>Software Engineering Institute</i>
SVN	<i>Subversion</i>
WEB	<i>World Wide Web</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 EMBASAMENTO DO TEMA.....</b>	<b>13</b>
2.1 Engenharia de Software.....	13
2.1.1 Modelo Incremental de Desenvolvimento de Software .....	13
2.1.2 Desenvolvimento com <i>Scrum</i> .....	14
2.2 Rastreabilidade .....	15
2.2.1 Elos de Rastreabilidade .....	19
<b>3 FERRAMENTA GERENCIADOR DE REQUISITOS .....</b>	<b>22</b>
3.1 Cadastramento de Requisitos.....	22
3.2 Cadastramento de Estórias.....	23
3.3 Cadastramento de Elos entre Requisitos e Estórias.....	24
3.4 Cadastramento de Artefatos .....	25
3.5 Cadastramento de Elos entre Estórias e Artefatos.....	27
3.6 Análise de impacto de alterações em Requisitos.....	29
<b>4 FERRAMENTAS PARA SUPORTE À RASTREABILIDADE.....</b>	<b>32</b>
<b>5 MODELO PARA RASTREABILIDADE DE REQUISITOS .....</b>	<b>36</b>
5.1 Gerenciador de Requisitos.....	36
5.2 Necessidades do contexto de desenvolvimento.....	37
5.3 Modelo proposto.....	38
<b>6 FERRAMENTA REQUISITOS.NET.....</b>	<b>41</b>
6.1 Cadastramento de Usuários e equipes de desenvolvimento .....	41
6.2 Cadastramento de Projetos .....	43
6.3 Cadastramento de Requisitos.....	44
6.4 Cadastramento de Estórias.....	46
6.5 Cadastramento de Artefatos .....	47
6.6 Cadastramento de elos entre Requisitos .....	49
6.7 Cadastramento de elos entre Requisitos e Estórias .....	50
6.8 Cadastramento de elos entre Estórias e Artefatos .....	50
6.9 Análise de impacto de mudanças em Requisitos.....	54
<b>7 AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA REQUISITOS.NET.....</b>	<b>58</b>
7.1 Questões Gerais .....	58
7.2 Comparação entre as ferramentas.....	60

<b>8 CONCLUSÃO.....</b>	<b>64</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO SOBRE A FERRAMENTA REQUISITOS.NET .....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE B – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO SOBRE A FERRAMENTA REQUISITOS.NET.</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, segundo Esquivel e Spinola (2012), a rastreabilidade de requisitos vem se destacando como uma maneira eficiente de unir a evolução de sistemas com a necessidade de mudança no produto de software. Para Sayao e Leite (2005), a rastreabilidade de requisitos apresenta-se como um dos pré-requisitos mais importantes para o desenvolvimento de software de qualidade, pois permite que a evolução dos produtos seja controlada, minimizando inconsistências nas funcionalidades já disponíveis.

As atividades de rastreabilidade de requisitos estão incorporadas à área de Gerenciamento de Requisitos, a qual “descreve as atividades para obtenção e controle de mudanças dos requisitos e garante que outros planos de dados relevantes se mantenham atualizados” (SEI, 2010, Tradução Livre). Segundo o SEI (2010), o gerenciamento de requisitos é uma sequência dinâmica e por vezes recursiva de eventos, fundamentais para que o processo seja controlado e disciplinado. Estas atividades são desenvolvidas através da Rastreabilidade de Requisitos.

Modelos de qualidade focados na maturidade do processo de software, tais como o CMMI (*Capability Maturity Model Integration*) (SEI, 2010) e MPS.BR (Melhoria de Processos de Softwares Brasileiros) (SOFTEX, 2014), tratam da rastreabilidade de requisitos como um pré-requisito para que a empresa seja atestada no modelo de melhoria utilizado. Neste trabalho, a empresa analisada adotou o CMMI como modelo de melhoria de processos, mais precisamente na área de desenvolvimento de software (CMMI-DEV).

Segundo o SEI (2010), CMMI-DEV é um conjunto de melhores práticas que visa auxiliar organizações a melhorar seus processos de desenvolvimento. Este modelo está subdividido em 5 níveis de maturidade, sendo que a área de Gerenciamento de Requisitos, e por consequência a rastreabilidade de requisitos, deve ser implementada no nível 2 de maturidade, no qual, segundo o SEI (2010), deve-se obter evidências de que esse processo é gerenciado.

A empresa utilizada como base para realização deste trabalho é a Secullum Softwares, sediada na cidade de Campo Bom, Rio Grande do Sul, seu foco é o desenvolvimento de softwares para controle de ponto e acesso. Para isto, conta com duas equipes de desenvolvimento que trabalham em projetos distintos, porém atuando sobre os mesmos produtos. A empresa está em fase de implementação das melhorias de processos propostas

pelo modelo CMMI-DEV, visando a obtenção da certificação no nível 2 de maturidade, sendo assim, precisa realizar as atividades de rastreabilidade de requisitos.

Por este motivo, a empresa desenvolveu uma ferramenta interna denominada **Gerenciador de Requisitos**, a qual busca proporcionar um ambiente para que a rastreabilidade de requisitos possa ser colocada em prática. No entanto, esta ferramenta apresenta algumas dificuldades quanto à sua utilização, tais como:

- Dificuldade para cadastramento de artefatos;
- Requisitos pobremente especificados devido a limitações da ferramenta;
- Aumento do tempo para criação de vínculos entre requisitos e artefatos devido à repetição de tarefas;
- Difícil análise dos requisitos para avaliação de impacto de mudanças.

Estas situações levam os desenvolvedores a entender que seus esforços dedicados às tarefas relacionadas à rastreabilidade são inúteis. Segundo Sayão e Leite (2005), a consequência disso é que as ações envolvendo registros e evoluções das ligações de rastreabilidade são negligenciadas.

Com base nesta situação, o presente trabalho propõe um modelo para gerenciamento de rastreabilidade de requisitos, utilizando-o como base para o desenvolvimento de uma ferramenta, a qual possibilita o cadastramento de informações de forma semiautomática, através da integração com a ferramenta para controle de versão SVN. No contexto atual da empresa Secullum Softwares, a proposta é que a ferramenta reduza o esforço para cadastramento de artefatos e criação de elos com os requisitos. Além disso, a ferramenta disponibiliza meios de visualização rápida de ligações entre requisitos e artefatos de forma bidirecional, apresentando especificações dos requisitos e de suas mudanças no decorrer do desenvolvimento dos produtos de trabalho.

Desta maneira, este trabalho possui este e mais seis capítulos seguidos da conclusão. No segundo capítulo são apresentados alguns referenciais teóricos em relação ao tema engenharia de software e, mais especificamente, rastreabilidade de requisitos. Posteriormente no capítulo 3, é apresentada a ferramenta para rastreabilidade de requisitos utilizada atualmente na empresa, seguida de outras ferramentas com suporte a rastreabilidade, apresentadas no capítulo 4.

No capítulo 5, o modelo para rastreabilidade de requisitos é proposto, levando em consideração os capítulos anteriores. Já no sexto capítulo, é apresentada a ferramenta Requisitos.Net, desenvolvida conforme modelo proposto no capítulo 5. Por fim, no capítulo 7,

é apresentada a avaliação da ferramenta Requisitos.Net, após o período de utilização pelos usuários da empresa Secullum Softwares.

## **2 EMBASAMENTO DO TEMA**

Neste capítulo, são apresentados os elementos teóricos sobre Rastreabilidade de Requisitos pertinentes para o cenário de estudo identificado na equipe de desenvolvimento de software da empresa Secullum Softwares. Também são abordadas questões referentes ao gerenciamento de requisitos, mais especificamente, as atividades pertinentes à rastreabilidade de requisitos. Neste sentido, são discutidas as técnicas existentes, representações de relacionamentos entre requisitos e artefatos, tipos de elos de rastreabilidade, além dos principais modelos para rastreabilidade encontrados, discriminando o contexto para o qual foram desenvolvidos. Desta forma, pretende-se, sucintamente, contextualizar o conhecimento que envolve a rastreabilidade de requisitos e, apresentá-la como foco principal deste trabalho.

### **2.1 Engenharia de Software**

Segundo Gengivir (2009), a demanda por qualidade aliada à necessidade de diminuição de custos e o surgimento de novas tecnologias forçam a melhoria do processo e que, ao longo do tempo, vem-se buscando técnicas para aperfeiçoar seus modelos de produção. No contexto de desenvolvimento de software, a área responsável pela pesquisa em técnicas de melhoria de processos é a Engenharia de Software.

Existem vários modelos de desenvolvimento de software, dentre eles, estão os modelos cascata, de prototipação, evolucionário, espiral e incremental. Neste trabalho é utilizado como base o modelo incremental de desenvolvimento de software através do Scrum, uma metodologia ágil para gestão de projetos, visto que estas são as metodologias utilizadas pela empresa Secullum Softwares.

#### **2.1.1 Modelo Incremental de Desenvolvimento de Software**

Segundo Sommerville (2003), o modelo em cascata necessita que o cliente se comprometa com um conjunto de requisitos antes mesmo de iniciar o projeto. Já o modelo evolucionário, permite que requisitos e decisões de projeto sejam postergados, porém, podendo gerar um software mal estruturado e de difícil compreensão e manutenção. No caso do modelo incremental de desenvolvimento, este se trata de um modelo intermediário entre os modelos em cascata e evolucionário, pois combina as vantagens destes dois modelos. Sommerville (2003, p. 43) afirma que:

Em um processo de desenvolvimento incremental, os clientes identificam, em um esboço, as funções a serem fornecidas pelo sistema. Eles identificam quais funções são mais importantes e quais são menos importantes para eles. Em seguida é definida uma série de estágios de entrega. Com cada estágio fornecendo um subconjunto de funcionalidades do sistema. A alocação das funções aos estágios

depende da prioridade da função. As funções prioritárias são entregues primeiramente ao cliente.

Como pode ser visto na Figura 2.1, no modelo incremental de desenvolvimento de software, são repetidos alguns estágios de um incremento para outro de forma escalonada. Segundo Pressman (2006), cada sequência gera incrementos de softwares que foram testados e aprovados, e já podem ser utilizados pelo cliente.

Uma vantagem deste modelo, segundo Sommerville (2003), é que o cliente não precisa esperar o produto ficar completamente pronto para começar a utilizá-lo. Desta maneira, como as funções principais do produto são entregues primeiro, dificilmente ocorrerão falhas nestas funções, visto que estas serão parcialmente testadas toda vez que forem relacionadas com novas funcionalidades, implementadas nos incrementos posteriores.

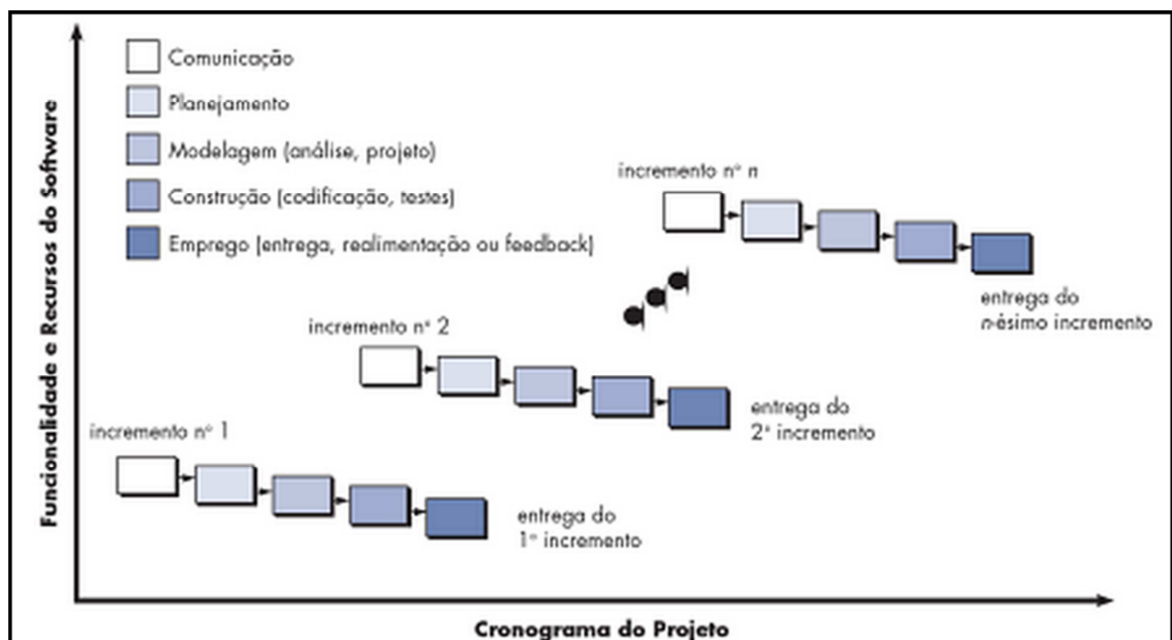


Figura 2.1 – Modelo Incremental

Fonte: Pressman (2006, p. 61)

### 2.1.2 Desenvolvimento com Scrum

Segundo Schwaber (2004), *Scrum* se caracteriza por um processo incremental e iterativo para o gerenciamento de projetos visando resolver problemas complexos. No *Scrum* têm-se a figura do dono do produto, *Product Owner*, o qual tem o papel de definir e priorizar os requisitos e tarefas que devem ser desenvolvidos armazenando-os no *product backlog*, um repositório de requisitos e tarefas a ser desenvolvidos pela equipe de desenvolvimento.

De acordo com o Desenvolvimento Ágil (2009), no início de cada ciclo de desenvolvimento, denominado Sprint, o *Product Owner* se reúne com a equipe de desenvolvimento, *Scrum Team*, para apresentar e definir com a equipe, quais atividades serão



desenvolvidas neste ciclo. Após isto, move-se cada conjunto de atividades, denominadas Estórias, a serem desenvolvidas do *product backlog* para o *sprint backlog*, onde ficarão até que a *Sprint* seja concluída, o que pode levar de 2 a 4 semanas.

Além do *Product Owner* e do *Scrum Team*, existe também o *Scrum Master*, que segundo o Desenvolvimento Ágil (2009), é o responsável por avaliar e tomar medidas que garantam que as práticas do *Scrum* estão sendo seguidas. Além disso, é função do *Scrum Master*, identificar e remover impedimentos que atrapalham a produtividade da equipe.

A Figura 2.2 demonstra o ciclo de desenvolvimento *Scrum*, o qual define que, a cada dia da *Sprint*, se faça uma pequena reunião onde os membros da equipe de desenvolvimento informam o que estão fazendo, se estão encontrando dificuldades em executar determinada tarefa. Essa prática é realizada visando identificar e eliminar situações que possam prejudicar a produtividade da equipe.

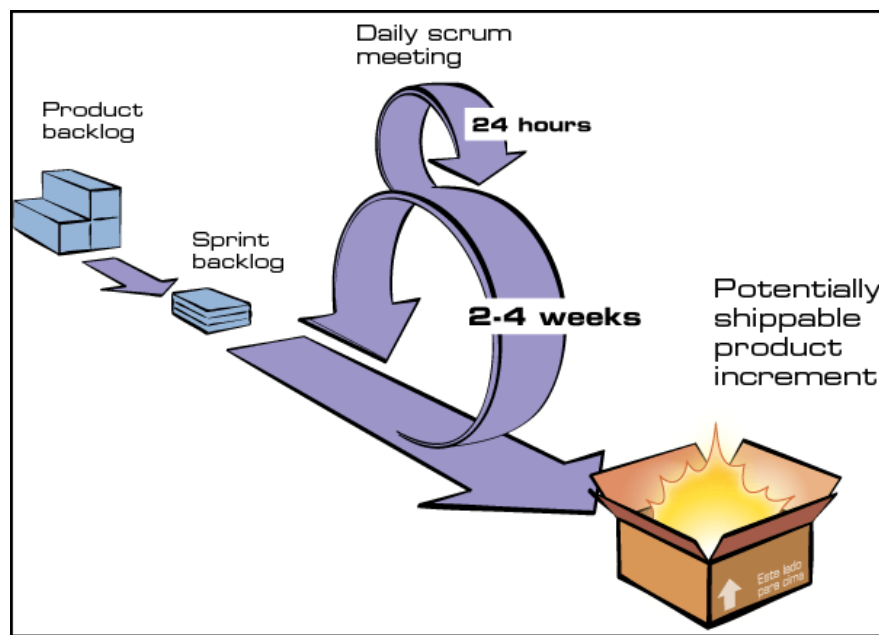


Figura 2.2 – Ciclo de desenvolvimento *Scrum*

Fonte: *Desenvolvimento Ágil* (2014)

## 2.2 Rastreabilidade

Segundo Gengivir (2009), a área da Engenharia de Software que trata dos requisitos de software é denominada Engenharia de Requisitos, a qual se caracteriza como “o processo de descoberta dos requisitos, de identificação dos envolvidos e suas necessidades e de documentação, de forma que seja útil para a análise, comunicação e implementação” (NUSEIBEH, 2000 apud GENGIVIR, 2009, p. 27). A Engenharia de Requisitos é composta, segundo Gengivir (2009), das áreas de elicitação, análise, documentação e gerenciamento,

sendo gerenciamento, a atividade que objetiva controlar os relacionamentos e evoluções dos requisitos ao projeto do sistema.

Desta forma, o papel da área de gerenciamento de requisitos é, “descrever as atividades para obtenção e controle de mudanças dos requisitos garantindo que outros planos de dados relevantes se mantenham atualizados” (SEI, 2010, Tradução Livre). Segundo o SEI (2010), o gerenciamento de requisitos é uma sequência dinâmica e por vezes recursiva de eventos, fundamentais para que o processo seja controlado e disciplinado. Estas atividades são desenvolvidas através da Rastreabilidade de Requisitos.

Segundo Gengivir (2009, p. 30):

O termo Rastreabilidade é comumente utilizado para descrever a referência para um grupo coletivo de requisitos baseados em seus relacionamentos, fazendo uso de relacionamentos sobre os requisitos, projeto e implementação de um sistema para prover a qualidade, além de estabelecer mecanismos que podem ser usados para avaliar o impacto de mudanças no sistema.

Edwards (1991 apud Sayao e Leite, 2005, p. 6), apresenta a rastreabilidade como sendo a técnica utilizada para prover o relacionamento entre requisitos, artefatos e o produto final do sistema, desta maneira, auxiliando na compreensão dos relacionamentos existentes entre requisitos de software, arquitetura e implementação. Esses relacionamentos, segundo Palmer (1997 apud Sayao e Leite, 2005, p. 6), além de explicitar que o projeto atende aos requisitos, também apoia a detecção precoce daqueles requisitos não atendidos pelo software.

De acordo com Davis (1993 apud GENGIVIR, 2009), “A capacidade de rastrear um requisito até seus refinamentos é definida como rastrear para frente (*Forwards*), e a de rastrear um refinamento até sua origem, é definida como rastrear para trás (*Backwards*)”. Além disso Gengivir (2009) também define estas características como básicas para a execução da rastreabilidade, ou seja, que o processo de rastreabilidade é falho caso não executar uma destas características.

A rastreabilidade de requisitos pode ser dividida, segundo Gengivir (2009), em duas classificações básicas: A primeira é a rastreabilidade horizontal e vertical, já a segunda é a pré-rastreabilidade e pós-rastreabilidade. No caso da primeira classificação, enquanto que a rastreabilidade horizontal rastreia as versões e variações de artefatos e requisitos em uma fase do ciclo de vida do projeto, a rastreabilidade vertical rastreia artefatos e requisitos produzidos e modificados durante todo o ciclo de vida do projeto, ou seja, não apenas em uma fase do ciclo. Na Figura 2.3, Gengivir (2009) exemplifica a diferenciação entre rastreabilidade horizontal e vertical.

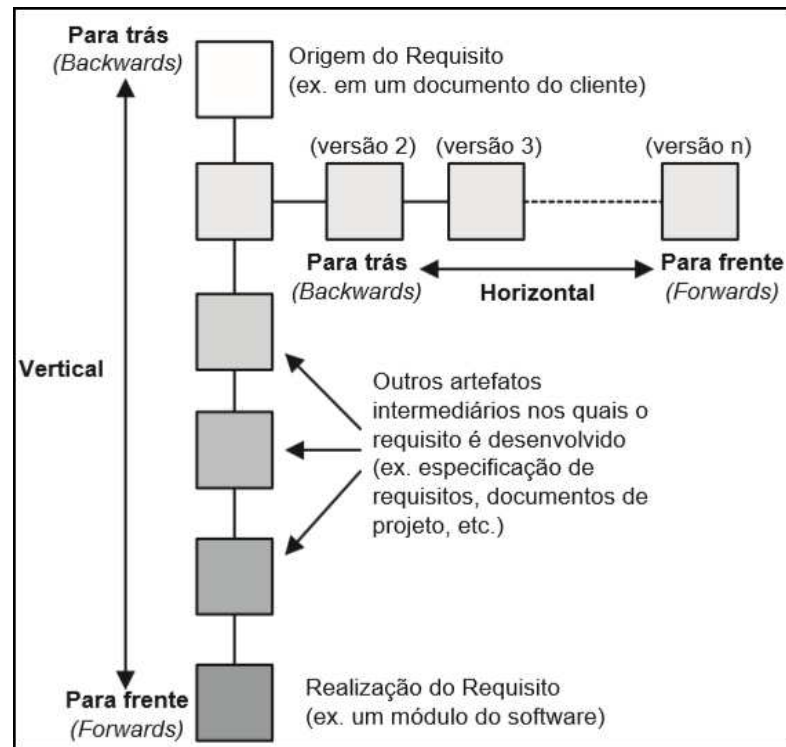


Figura 2.3 – Rastreabilidade Vertical e Horizontal

Fonte: Gengivir (2009)

Kotonya e Sommerville (1998 apud FALBO, 2012) enfatizam a direção da rastreabilidade, a qual pode ser para frente ou para trás, além de apontar a rastreabilidade entre requisitos e artefatos decorrentes do processo de desenvolvimento, “reforçando a natureza bidirecional da rastreabilidade” (GENGIVIR, 2009). A Tabela 2.1 apresenta as diferenças básicas entre cada um dos tipos de rastreabilidade.

<b>Tipo de Rastreabilidade</b>	<b>Origem</b>	<b>Destino</b>
Frente-Para ( <i>Forward-To</i> )	Origens (requisitos de clientes, documentos, especificações, etc.)	Requisitos
Frente-De ( <i>Forward-From</i> )	Requisitos	Artefatos do projeto (planos, modelos, código, etc.)
Trás-para ( <i>Backward-To</i> )	Artefatos do projeto (planos, modelos, código, etc.)	Requisitos
Trás-De ( <i>Backward-From</i> )	Requisitos	Origens (requisitos de clientes, documentos, especificações, etc.)

Tabela 2.1 – Tipos de Rastreabilidade

Fonte: O Autor

Já a segunda característica trata da pré-rastreabilidade, que segundo Gengivir (2009), ocorre no ciclo de vida dos requisitos antes destes serem incluídos na especificação de requisitos, e da pós-rastreabilidade, a qual está concentrada no ciclo de vida dos requisitos a partir da sua inclusão na especificação de requisitos. Desta maneira, conforme ilustrado na Figura 2.4, “a pré-rastreabilidade documenta o contexto a partir do qual emergem os requisitos; enquanto que a pós-rastreabilidade vincula os requisitos ao desenho do sistema e sua implementação” (DAVIS,1993 apud SAYAO, LEITE, 2005).

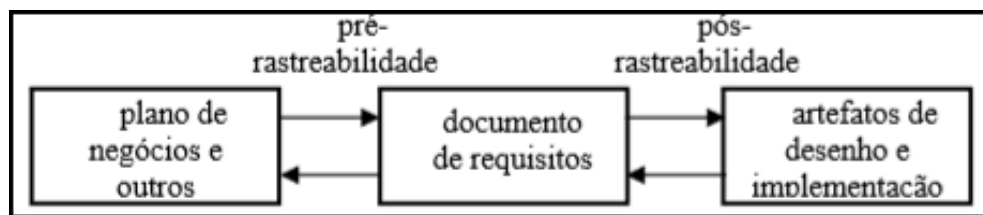


Figura 2.4 – Pré-rastreabilidade e Pós-rastreabilidade

Fonte: Sayao e Leite (2005)

Para Ramesh (2001 apud SAYAO, LEITE, 2005, p.7), a rastreabilidade de requisitos é:

Uma característica de sistemas nos quais requisitos são claramente ligados às suas fontes e aos artefatos criados durante o ciclo de vida de desenvolvimento do sistema baseado nesses requisitos. Rastreabilidade de requisitos estabelece um elo entre mudanças das necessidades dos usuários e evolução dos sistemas de computação, sendo uma base para o gerenciamento do conhecimento organizacional.

Além das características mencionadas anteriormente, a rastreabilidade de requisitos deve tratar de mudanças nos requisitos ao decorrer do projeto, ou seja, alterações das especificações dos requisitos durante o processo de desenvolvimento de software. Sayao e Leite (2005) afirmam que, a *baseline* de requisitos, a qual é construída durante o processo de especificação dos requisitos, evolui durante o processo de desenvolvimento. Logo, alterações nos requisitos devem ser incorporadas a *baseline*, para que esta reflita sempre as especificações de requisitos acordadas entre clientes e desenvolvedores.

Na Figura 2.5, são ilustradas as alterações feitas em uma *baseline* sob duas dimensões. Enquanto que o eixo horizontal mostra as alterações durante o processo de desenvolvimento, o eixo longitudinal apresenta a evolução nas especificações dos requisitos.

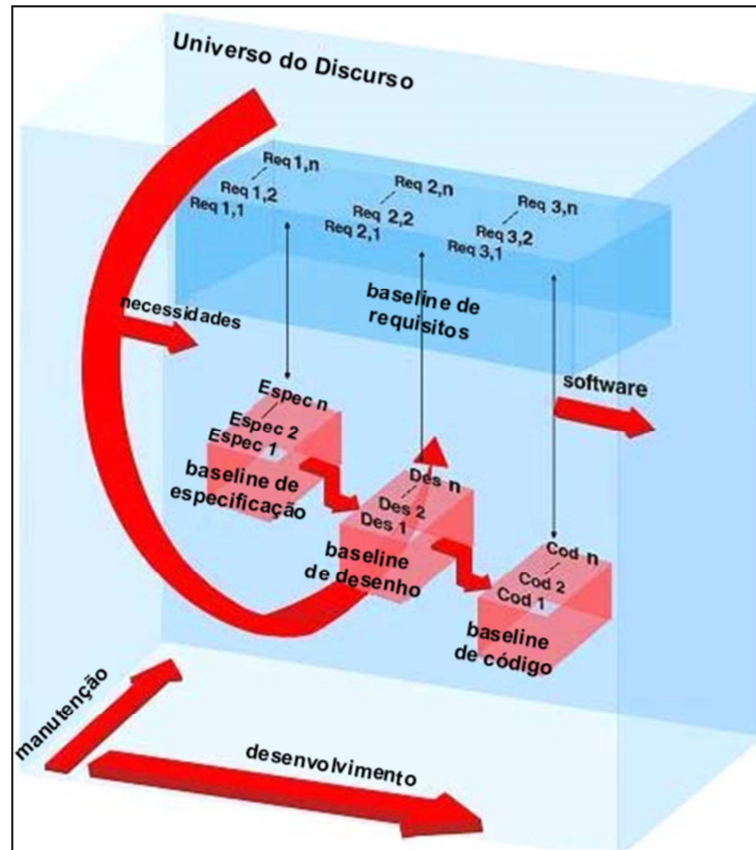


Figura 2.5 – Evolução da *baseline* de requisitos

Fonte: Sayao e Leite (2005)

### 2.2.1 Elos de Rastreabilidade

Segundo Gengivir (2009, p.44), “O principal recurso utilizado para manter e representar os relacionamentos da rastreabilidade é o elo (do inglês *link*)”. Neste sentido, os elos são utilizados nas atividades de validação, análise, evolução e referencia cruzada entre requisitos e artefatos de desenvolvimento.

Segundo Christen-Sem (2003 apud GENGIVIR, 2009), um elo é a representação explícita de relacionamento direto ou indireto entre dois artefatos. A Figura 2.6 representa a ligação entre um artefato origem e um artefato destino. Gengivir (2009) acrescenta que as informações de origem e destino, em um elo, são suficientes para suportar a rastreabilidade para frente e para trás.



Figura 2.6 – Elo entre dois artefatos

Fonte: Gengivir (2009)

Várias categorias de elos podem ser determinadas usando como base atributos e propriedades ou a aplicação destes elos no processo de desenvolvimento, por este motivo, vários tipos de elos são encontrados na literatura, por exemplo:

- Ramesh e Jarke (2001) definem quatro tipos de elos, são eles: Satisfação, Dependência, Evolução e *Rationales*. Sendo que os primeiros dois tipos, Satisfação e Dependência, descrevem as propriedades e relacionamentos dos objetos, formando o grupo chamado Relacionado ao produto. Já os outros dois tipos, Evolução e *Rationales*, formam o grupo Relacionado ao processo, podendo ser identificados somente se for observado o histórico das movimentações feitas no processo de rastreabilidade destes próprios elos.
- Toranzo et al (2002 apud GENGIVIR, 2009) apresentam seis tipos de elos, são eles:

Satisfação – Indica que o elemento de origem tem dependência de satisfação com a classe destino; Recurso – a classe de origem tem dependência de recurso com a classe destino; Responsabilidade – aponta a participação, responsabilidade ou ação de participantes sobre os itens gerados; Representação – registra a representação ou modelagem dos requisitos em outras linguagens; Alocação – representa o relacionamento entre a classe de origem e destino, sendo esta última um subsistema; e Agregação – representa a composição entre elementos.

A Tabela 2.2 representa o resumo dos tipos de elos de rastreabilidade apresentados anteriormente por Ramesh e Jarke (2001) e Toranzo et al (2002 apud GENGIVIR, 2009), separados por autor. A fim de simplificar a criação de elos, para este trabalho se utiliza apenas o conceito de elo, tornando implícitos os diversos tipos de elos apresentados nesta sessão.

<b>Autor</b>	<b>Grupos</b>	<b>Tipos de Elo</b>
Ramesh e Jarke (2001)	Relacionado ao produto	Satisfação
		Dependência
	Relacionado ao processo	Evolução
		<i>Rationales</i>
Toranzo et al. (2002)		Satisfação
		Recurso
		Responsabilidade
		Representação
		Alocação
		Agregação

Tabela 2.2 – Tipos de elos de rastreabilidade

Fonte: adaptado de Gengivir (2009)

Sendo assim, com base nos estudos apresentados no decorrer deste capítulo, pode-se observar que existem características essenciais que devem ser incorporadas em uma ferramenta para esta possa ser considerada uma ferramenta de suporte as atividades de rastreabilidade de requisitos. No próximo capítulo, são apresentadas as funcionalidades presentes na ferramenta Gerenciador de Requisitos, atualmente utilizada pela empresa para execução das atividades de rastreabilidade de requisitos.

### 3 FERRAMENTA GERENCIADOR DE REQUISITOS

Atualmente a Secullum Softwares utiliza uma ferramenta interna denominada Gerenciador de Requisitos para realizar atividades pertinentes à rastreabilidade entre requisitos e artefatos. As principais funcionalidades disponíveis na ferramenta são apresentadas abaixo, descrevendo o passo a passo para utilização e as dificuldades e carências identificadas em seu uso.

#### 3.1 Cadastramento de Requisitos

A função de cadastramento de requisitos da ferramenta pode ser definida pelo diagrama presente na Figura 3.1, em que são solicitados os seguintes campos:

- **Nível:** Refere-se ao nível do registro, atualmente pode-se optar pelos níveis Requisito, Estória e Artefato. Neste caso, utilizar-se-á a opção Requisito;
- **Produto:** Refere-se ao produto/software o qual o requisito será aplicado;
- **Projeto:** Projeto em que o requisito será criado;
- **Nome:** Descrição do requisito, a qual deve respeitar as regras de nomenclatura utilizadas pela empresa. Ex.: “ANT – Permitir gerenciamento de usuários”, em que “ANT” refere-se ao produto e “Permitir gerenciamento de usuários” refere-se ao nome do requisito propriamente dito;
- **Complemento:** Quaisquer informações que julgar-se necessário acrescentar ao cadastro do requisito.

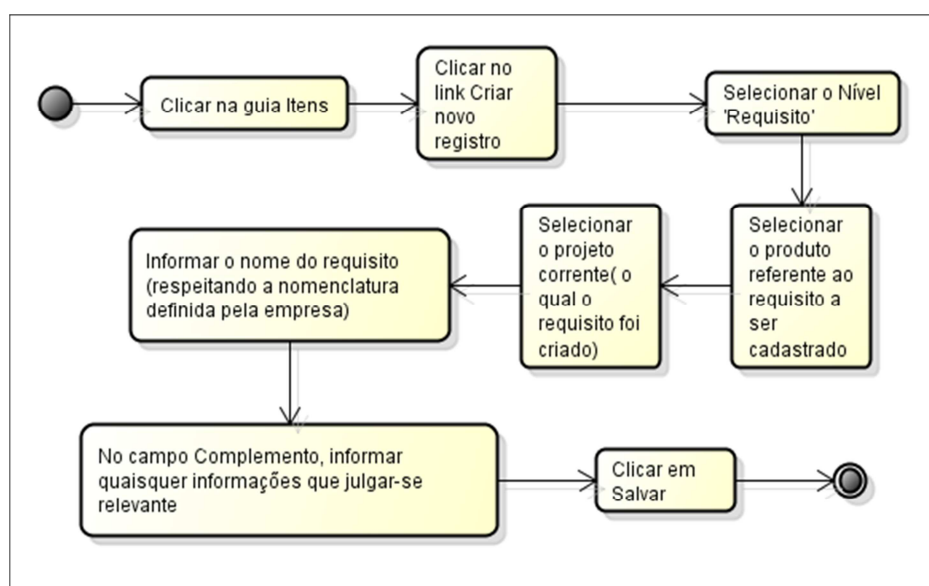


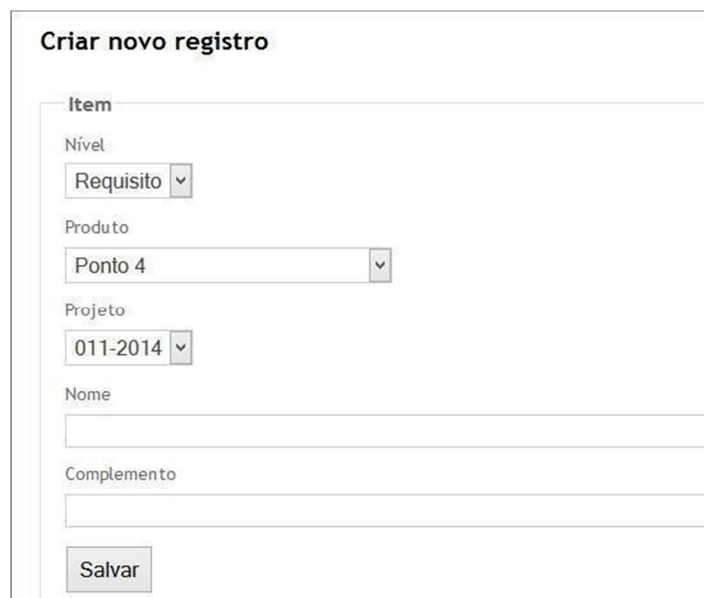
Figura 3.1– Diagrama da função de cadastramento de requisitos

Fonte: O Autor



A partir da análise da funcionalidade de cadastro anteriormente citada, nota-se que os requisitos são pobremente especificados, pois, o espaço disponível para a especificação do requisito resume-se a um campo texto que permite apenas uma linha de digitação. Sendo assim, conforme pode ser visualizado na Figura 3.2, a ferramenta não possibilita, ao usuário, adicionar informações referentes à pré-rastreabilidade, tais como: anexos de e-mails, documentos e desenhos de telas, por exemplo.

Além disto, a ferramenta não oferece suporte à rastreabilidade de mudanças nos requisitos ao decorrer do projeto, conforme mencionado na seção 2.1 do capítulo 2. Uma alternativa neste caso, seria a ferramenta implementar um histórico para armazenar as modificações aplicadas aos requisitos, facilitando assim, análises de impacto de mudanças posteriores.



A imagem mostra uma interface web para criar um novo requisito. O formulário é intitulado "Criar novo registro" e contém os seguintes campos:

- Item**:
  - Nível**: Menu suspenso com o valor "Requisito".
  - Produto**: Menu suspenso com o valor "Ponto 4".
  - Projeto**: Menu suspenso com o valor "011-2014".
  - Nome**: Campo de texto vazio.
  - Complemento**: Campo de texto vazio.
- Salvar**: Botão para salvar o registro.

Figura 3.2 – Tela de criação de novo requisito

Fonte: Gerenciador de Requisitos

### 3.2 Cadastramento de Estórias

Visando adequar a ferramenta de gerenciamento de requisitos com o modelo de trabalho da empresa, faz-se necessário o cadastramento de estórias, que conforme visto na seção 2.2 do capítulo 2, trata-se de um conjunto de atividades a ser desenvolvidas para implementação total ou parcial de um requisito. As estórias são utilizadas como intermediárias no elo entre requisitos e artefatos de desenvolvimento.

A função de cadastramento de estórias da ferramenta pode ser definida pelo diagrama presente na Figura 3.3, em que são solicitados os seguintes campos:

- **Nível:** Refere-se ao nível do registro, atualmente pode-se optar pelos níveis Requisito, Estória e Artefato. Neste caso, utilizar-se-á a opção Estória;
- **Produto:** Refere-se ao produto/software o qual a estória faz parte;
- **Projeto:** Projeto em que a estória será utilizada;
- **Nome:** Descrição da estória, a qual deve respeitar as regras de nomenclatura utilizadas pela empresa. Ex.: “SP013-01 – ESTORIA 1”, em que “SP013-01” significa que a estória pertence a Sprint 1 do projeto 13 e “ESTORIA 1” refere-se ao número da estória propriamente dita;
- **Complemento:** Quaisquer informações que julgar-se necessário acrescentar ao cadastro da estória.

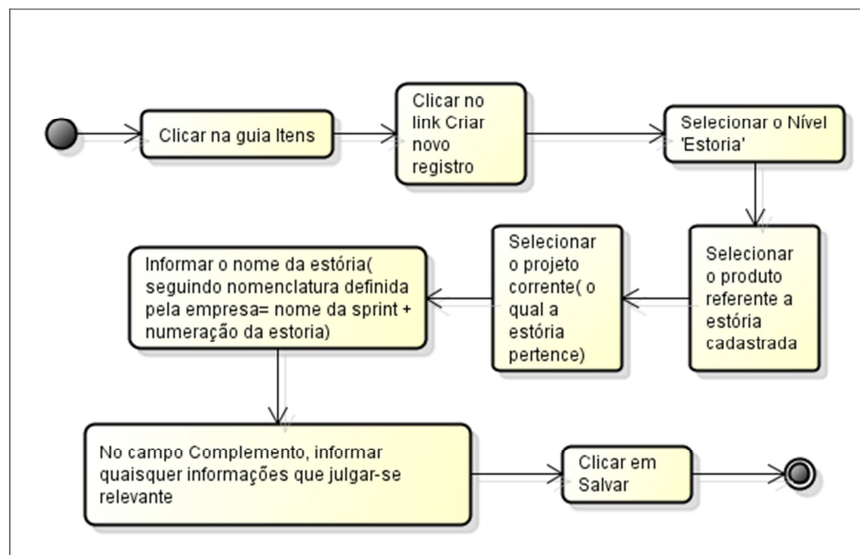


Figura 3.3 – Diagrama da função de cadastramento de estórias

Fonte: O Autor

### 3.3 Cadastramento de Elos entre Requisitos e Estórias

A primeira parte da formação de elos entre requisitos e artefatos de desenvolvimento se dá através da ligação entre requisitos e estórias. A função de cadastramento de elos entre requisitos e estórias da ferramenta pode ser definida pelo diagrama presente na Figura 3.4, em que é necessário informar os seguintes campos:

- **Produto:** refere-se ao produto pelo qual os registros da combo Item Pai foram criados, ou seja, é utilizado como filtro para disponibilizar ao usuário, os registros mais relevantes neste momento.
- **Nível:** Refere-se ao nível do registro, atualmente pode-se optar pelos níveis Requisito, Estória e Artefato. Neste caso, utilizar-se-á a opção Requisito;

- **Item Pai:** Neste campo, deve-se localizar, dentre todos os requisitos do produto informado anteriormente, o requisito que se deseja registrar a ligação;
- **Item Filho:** Neste campo, deve-se localizar a estória que atende o requisito acima selecionado.

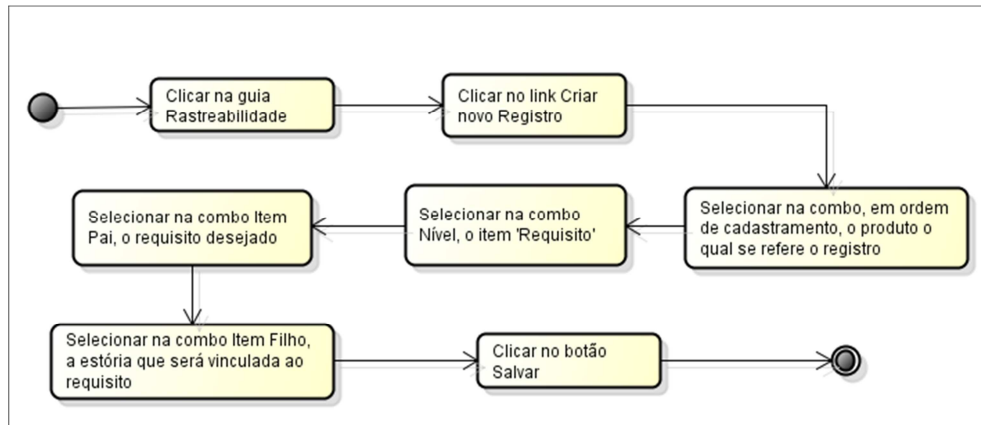


Figura 3.4 – Diagrama de cadastramento de elos entre requisitos e estórias

Fonte: O Autor

A partir da funcionalidade acima mencionada, nota-se que não há controle sobre o nível de impacto aplicado à estória pelo requisito. Uma alternativa, neste caso, seria criar atributos nos elos entre estórias e requisitos, que definam o grau de importância de cada ligação.

### 3.4 Cadastramento de Artefatos

A função de cadastramento de artefatos da ferramenta pode ser definida pelo diagrama presente na Figura 3.5, em que são solicitados os seguintes campos:

- **Nível:** Refere-se ao nível do registro, atualmente pode-se optar pelos níveis Requisito, Estória e Artefato. Neste caso, utilizar-se-á a opção Artefato;
- **Produto:** Refere-se ao produto/software o qual o artefato foi adicionado;
- **Projeto:** Refere-se ao projeto em que o artefato foi adicionado;
- **Nome:** Consiste em duas partes, a primeira é o nome do produto o qual o artefato pertence, já a segunda, refere-se ao nome do artefato. Ex.: “Acesso.Net/Pessoas.vb” em que “Acesso.Net” refere-se o produto e “Pessoas.vb” o nome do artefato.
- **Complemento:** Quaisquer informações pertinentes ao cadastro do artefato.

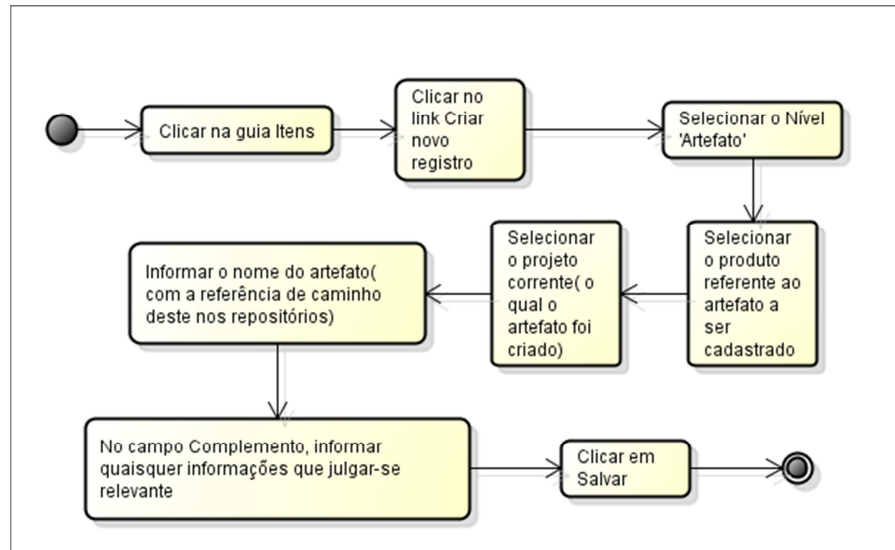


Figura 3.5 – Diagrama da função de cadastramento de artefatos

Fonte: O Autor

A partir da análise da funcionalidade de cadastro anteriormente citada, percebe-se que os cadastros de artefatos só podem ser feitos um a um, respeitando os padrões de nomenclatura pré-estabelecidos, não possuindo nenhum tipo de integração com softwares de controle de repositório, como, no caso da Secullum, a ferramenta SVN. Este processo, além de demandar tempo, abre margem para duplicidade de registros, seja por erro de grafia ou por descumprimento da nomenclatura. Por exemplo, os cadastros “Acesso.net/pgLocais.aspx.vb” e “Acesso.net/ProjetoWeb/Paginas/pgLocais.aspx.vb” tratam do mesmo artefato “pgLocais.aspx.vb”, porém estão com denominação diferentes, conforme pode ser visualizado em imagem extraída da ferramenta Gerenciador de Requisitos, apresentada na Figura 3.6.

Artefato	AcessoNet	003-2012	<u>Acesso.net/pgLocais.aspx</u>
Artefato	AcessoNet	003-2012	Acesso.net/pgLocais.aspx.vb
Artefato	AcessoNet	003-2012	<u>Acesso.net/ProjetoWeb/Paginas/pgLocais.aspx</u>
Artefato	AcessoNet	003-2012	ProjetoWeb/Paginas/pgLocais.aspx.vb

Figura 3.6 – Listagem de artefatos na ferramenta Gerenciador de Requisitos

Fonte: Gerenciador de requisitos

### 3.5 Cadastramento de Elos entre Estórias e Artefatos

A segunda parte da formação de elos entre requisitos e artefatos de desenvolvimento se dá através da ligação entre estórias e artefatos. A função de cadastramento de elos entre estórias e artefatos da ferramenta pode ser definida pelo diagrama presente na Figura 3.7, em que se faz necessário informar os seguintes campos:

- **Produto:** refere-se ao produto pelo qual os registros da combo Item Pai foram criados, ou seja, é utilizado como filtro para disponibilizar ao usuário, os registros mais relevantes neste momento.
- **Nível:** Refere-se ao nível do registro, atualmente pode-se optar pelos níveis Requisito, Estória e Artefato. Neste caso, utilizar-se-á a opção Estória;
- **Item Pai:** Neste campo, deve-se localizar, dentre todas as estórias do produto informado anteriormente, a estória que se deseja registrar a ligação;
- **Item Filho:** Neste campo, deve-se localizar, dentre a lista de artefatos, o artefato relacionado à estória acima selecionada. Caso o usuário não localize o artefato na lista disponível, é possível que este não tenha sido rastreado ainda, desta forma, é preciso cadastrar o artefato, conforme visto na seção 3.4, para prosseguir com este procedimento.

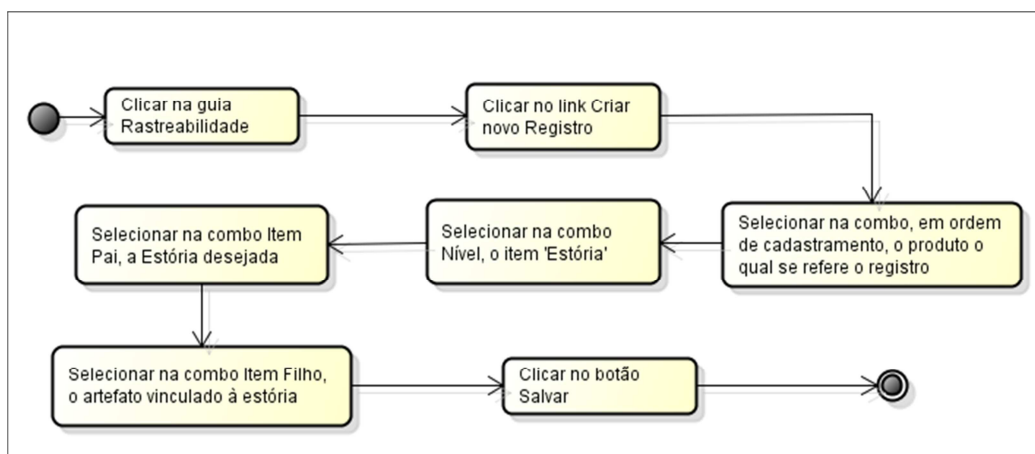


Figura 3.7 – Diagrama de cadastramento de elos entre estórias e artefatos

Fonte: O Autor

A partir da análise da funcionalidade de cadastro anteriormente citada, nota-se que o registro de elos entre estórias e artefatos, por ser feito de maneira manual item a item, demanda muito tempo da equipe de desenvolvimento. Além disso, o tempo aumenta na medida em que novos artefatos são incorporados à ferramenta, pois, conforme ilustrado na

Figura 3.8, o usuário precisa localizar o artefato desejado em uma lista com todos os itens disponíveis.

**Criar novo registro**

**Rastreabilidade**

Produto  
Todos ▾

Nível  
Todos ▾

Item Pai  
▾

Item Filho  
▾

Salvar

Figura 3.8 – Tela de criação de elos na ferramenta Gerenciador de Requisitos

Fonte: Gerenciador de requisitos

Com base na situação acima apresentada, com relação ao cadastramento de elos entre estórias e artefatos, a demanda de tempo para este processo se acentua, quando se deseja cadastrar várias ligações de artefatos em um único momento. Uma situação em que se faz necessário cadastrar elos consecutivamente é quando se efetua um *commit* de determinada estória, em que nele são alterados vários artefatos.

Este processo pode ser visualizado através do diagrama presente na Figura 3.9, a qual ilustra que as ligações entre estórias e artefatos só pode ser feita, ligando um artefato por vez à estória. Caso o artefato não seja encontrado na lista, este deve ser cadastrado, conforme seção 3.4, para que então, o processo de cadastramento da ligação entre estória e artefato possa continuar.

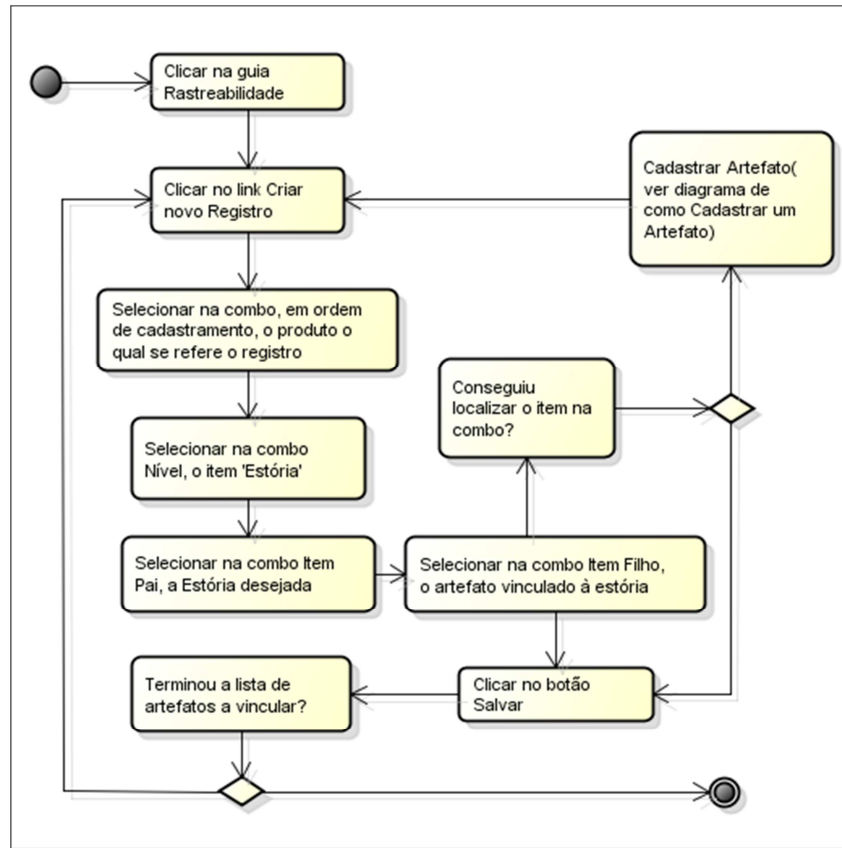


Figura 3.9 – Diagrama de simulação de cadastramento de várias ligações entre estórias e artefatos

Fonte: O Autor

Além do quesito tempo, a função de cadastramento de elos entre estórias e artefatos não permite a definição de quão alterado foi cada artefato para que a estória seja atendida, e por consequência, o requisito a ela vinculado. Uma alternativa, neste caso, seria implementar na ferramenta um campo adicional para ponderar o impacto aplicado ao artefato em decorrência da estória, similar ao que foi sugerido no caso dos registros de elos entre estórias e requisitos.

### 3.6 Análise de impacto de alterações em Requisitos

Faz parte das atividades de rastreabilidade de requisitos, analisar o impacto de alterações em requisitos com relação a artefatos relacionados, conforme mencionado no capítulo 2. Por este motivo, a ferramenta Gerenciador de Requisitos disponibiliza uma maneira para que o usuário possa analisar o impacto que uma mudança em determinado requisito poderá ter em relação aos artefatos relacionados. Porém, como o requisito não tem ligação direta com os artefatos na ferramenta, é preciso localizar, inicialmente, a estória relacionada ao requisito que se deseja alterar. Para isso, conforme Figura 3.10, o usuário deve

acessar a guia Rastreabilidade e, a partir do preenchimento dos filtros desejados, localizar a estória a qual o requisito está relacionado, conforme Figura 3.11.

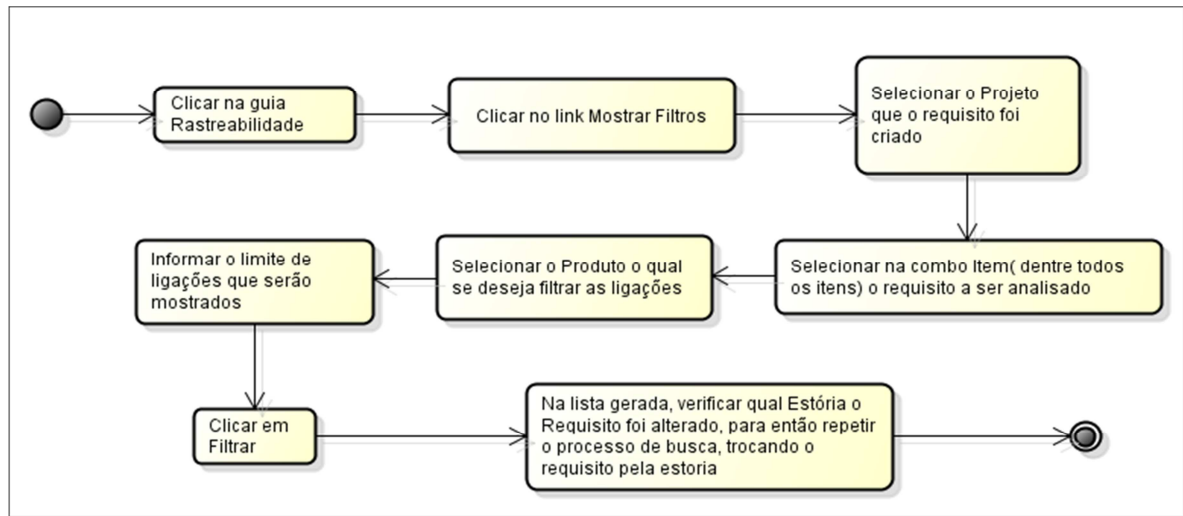


Figura 3.10 – Diagrama de análise de impacto de mudanças entre requisitos e artefatos

Fonte: O Autor

**Lista de Registros**

[Mostrar Filtros](#)

[Criar novo registro](#)

Lista dos itens em que PT4 - Disponibilizar instalação automática do SQL Server é pai

Produto	Item Pai	Item Filho	
Ponto 4	PT4 - Disponibilizar instalação automática do SQL Server	SP010-06 - ESTORIA 5	<a href="#">Detalhes</a>   <a href="#">Apagar</a>

Lista dos itens em que PT4 - Disponibilizar instalação automática do SQL Server é filho

Produto	Item Pai	Item Filho
---------	----------	------------

Figura 3.11 – Tela de visualização de elos na ferramenta Gerenciador de Requisitos

Fonte: Gerenciador de requisitos

Após ter localizado a estória relacionada ao requisito, o usuário deve repetir a busca, porém, neste momento, buscando as ligações existentes entre estórias e artefatos. Desta maneira, após executar os dois passos anteriormente citados, é possível identificar os nomes dos artefatos que foram modificados para o atendimento das especificações pertinentes ao requisito analisado. Não obstante, a ferramenta não especifica o impacto sofrido por cada artefato para que o requisito pudesse ser atendido, nem tanto, uma maneira rápida de localizar quais outros requisitos alteraram cada artefato.



Com base na análise das funcionalidades apresentadas anteriormente, é possível observar que a ferramenta Gerenciador de Requisitos, utilizada atualmente na Secullum Softwares, mesmo disponibilizando algumas funções necessárias às atividades de rastreabilidade de requisitos, não possui algumas características importantes como:

- Suporte a pré-rastreabilidade;
- Controle sobre alterações nos requisitos durante o processo de desenvolvimento;
- Definições de relevância de cada elo em relação a cada item.

Além disso, as atividades disponíveis na ferramenta demandam muito tempo para serem executadas. Com isso a equipe de desenvolvimento precisa reservar tempo para desenvolver estas atividades, diminuindo assim, o tempo disponível para desempenhar outras tarefas de desenvolvimento, podendo comprometer a produtividade da equipe.

#### 4 FERRAMENTAS PARA SUPORTE À RASTREABILIDADE

Atualmente, são encontradas diversas ferramentas com suporte à rastreabilidade de requisitos disponíveis no mercado. Neste sentido, este capítulo tem como objetivo, apresentar algumas destas ferramentas, aliadas à análise de adequação com o contexto de trabalho da empresa Secullum Softwares.

O INCOSE (*International Council on Systems Engineering*) (INCOSE, 2008) apresenta uma lista comparativa entre algumas das ferramentas mais importantes para gerenciamento de requisitos. Entre elas, destacam-se:

- **Caliber:** ferramenta WEB para apoio ao gerenciamento de requisitos. Segundo Gengivir (2009), a Caliber contém recursos para manutenção e rastreamento de alterações de requisitos e elaboração de relatórios;
- **Doors:** ferramenta para gerenciamento de requisitos orientado a objetos desenvolvida pela IBM, sua finalidade é “otimizar a comunicação, colaboração e verificação de requisitos em toda a organização e em sua cadeia de fornecimento” (IBM, 2014).
- **Requisite Pro:** “uma ferramenta de gerenciamento de requisitos e casos de uso em equipes de projeto” (IBM, 2014). Dentre as características da Requisite Pro, destaca-se a integração com o *Microsoft Word*, possibilitando edição de documentos de texto, além de integrações com diversas aplicações desenvolvidas pela IBM.

Um resumo da pesquisa do INCOSE sobre as ferramentas anteriormente mencionadas pode ser visualizado na Tabela 4.1. Enquanto que “A” significa que a ferramenta suporta a funcionalidade analisada, “PA” significa que a ferramenta atende parcialmente a funcionalidade, já “NA”, indica que a ferramenta não implementa a funcionalidade analisada.

Item	Caliber	Doors	Requisite Pro
<b>1 Captura/Identificação de requisitos</b>			
1.1 Enriquecimento de documentação	A	A	A
1.1.1 Mudança na documentação	A	PA	A
1.2 Analisador gramatical automático de requisitos	NA	A	PA
1.3 Identificador semiautomático de requisitos	A	A	PA
1.4 Identificador manual de requisitos	A	A	A
1.5 Modo de operação em lote	NA	A	A
1.5.1 Modo em lote de atualização de vínculos	A	PA	A
1.6 Classificação de requisitos	A	A	A
<b>2 Captura de elementos estruturais do sistema</b>			
2.1 Captura gráfica de elementos estruturais	A	A	A
2.2 Captura textual de elementos estruturais	A	A	A
<b>3 Fluxo de requisitos</b>			
3.1 Derivação de requisitos	A	A	A
3.2 Alocação de desempenho aos requisitos	A	A	A
3.3 Vínculo de requisitos com elementos do sistema	A	A	A
3.4 Anotação de requisitos	A	A	A
<b>4 Análise de rastreabilidade</b>			
4.1 Identificação de inconsistências	A	A	A
4.2 Visibilidade de vínculos com a implementação	A	A	A
4.3 Verificação de requisitos	A	A	A
4.4 Verificação de desempenho de elementos do sistema	A	A	NA

Tabela 4.1– Comparação entre ferramentas de gerenciamento de requisitos

Fonte: adaptado de INCOSE (2009)

Com base no estudo realizado pela INCOSE, apresentado na Tabela 4.1, são comentadas abaixo, algumas das características importantes que devem ser implementadas em uma ferramenta de rastreabilidade de requisitos, estruturando as características de acordo com

os subgrupos de funcionalidades apresentados pela INCOSE, e demais estudos desenvolvidos durante este trabalho. Desta maneira, a respeito da captura e identificação dos requisitos, são apresentadas as seguintes características:

- **Enriquecimento da documentação:** característica incorporada nas práticas de pré-rastreabilidade que, conforme mencionado na seção 2.2 do capítulo 2, ocorre antes que os requisitos sejam incluídos na especificação, ou seja, envolve os documentos que descrevem a origem/formação inicial dos requisitos;
- **Mudança na documentação:** conforme seção 2.2 do capítulo 2, a mudança na documentação/especificação dos requisitos é muito importante, pois define o que deve ser desenvolvido para que o requisito seja atendido;
- **Identificação manual de requisitos:** no caso do contexto analisado, a inclusão dos requisitos na ferramenta de gerenciamento de requisitos é feita após acordo entre a empresa e o cliente, desta maneira, se faz necessário a inclusão manual do requisito na ferramenta;
- **Modo em lote de atualização de vínculos:** conforme descrito no capítulo 3, a criação de vínculos individuais de informações demanda um tempo maior para execução, desta maneira, uma maneira de atualizar os vínculos de forma coletiva é importante para a diminuição de tempo de execução destas tarefas;
- **Classificação de requisitos:** característica utilizada como um atributo de um requisito, podendo ser definida como Funcional e Não Funcional.

Ainda com relação à estrutura apresentada na Tabela 4.1, mais precisamente sobre o fluxo de requisitos, apresenta-se as seguintes características:

- **Derivação de requisitos:** define se existem sub requisitos que complementam as funcionalidades de um requisito pai;
- **Alocação de desempenho aos requisitos:** define o esforço que o requisito demanda para ser executado;
- **Vínculo de requisitos com elementos do sistema:** segundo seção 2.2 do capítulo 2, o vínculo entre requisitos e elementos do sistema se dá através dos elos de rastreabilidade, definidos entre requisitos e demais elementos do sistema;
- **Anotação de requisitos:** complementa a característica de modificações na especificação dos requisitos, apresentadas anteriormente neste mesmo capítulo.

O último grupo de características apontado pela INCOSE (2009) refere-se à análise de rastreabilidade, a qual é composta por:

- **Visibilidade de vínculos com a implementação:** possibilita visualizar as ligações entre os requisitos e artefatos de desenvolvimento;
- **Verificação de requisitos:** permite analisar se os requisitos estão sendo atendidos de acordo com as ligações identificadas com os artefatos de desenvolvimento;

A partir dos estudos apresentados neste capítulo, observa-se que, das ferramentas avaliadas, a maioria das características julgadas pela INCOSE como importantes para uma ferramenta de gerenciamento de requisitos, é atendida pelas ferramentas avaliadas. Não obstante, estas ferramentas não possuem algumas características julgadas importantes para o contexto de trabalho utilizado na empresa Secullum Softwares, como utilização de estórias como elo intermediário entre requisitos e artefatos de desenvolvimento, por exemplo.

No próximo capítulo, são analisadas as características apontadas pela INCOSE como importantes para um bom gerenciamento de requisitos, em comparação com a ferramenta Gerenciador de Requisitos, mencionada no capítulo 3. Além disso, são apresentadas características, julgadas importantes, para o gerenciamento de requisitos no contexto da empresa analisada.

## 5 MODELO PARA RASTREABILIDADE DE REQUISITOS

Neste capítulo são avaliadas as funcionalidades destacadas no capítulo 4, como importantes para o gerenciamento de requisitos, em relação à ferramenta Gerenciador de Requisitos, atualmente utilizada pela empresa. A partir desta análise, um modelo de ferramenta de rastreabilidade de requisitos é apresentado, levando em consideração a bibliografia apresentada, juntamente com as funcionalidades presentes nas ferramentas disponíveis no mercado, aliado ao contexto de desenvolvimento de software adotado pela Secullum Softwares.

### 5.1 Gerenciador de Requisitos

Na Tabela 5.1, são dispostas as características apresentadas no capítulo 4, juntamente com o posicionamento da ferramenta Gerenciador de Requisitos em relação a estas funcionalidades. Enquanto que “A” significa que a ferramenta *atende* à funcionalidade analisada, “PA” significa que a ferramenta *parcialmente atende* à funcionalidade, já “NA”, indica que a ferramenta *não atende* à funcionalidade analisada.

Item	Caliber	Doors	Requisite Pro	Gerenciador de Requisitos
<b>Captura/Identificação de requisitos</b>				
Enriquecimento de documentação	A	A	A	NA
Mudança na documentação	A	PA	A	NA
Identificador manual de requisitos	A	A	A	A
Modo em lote de atualização de vínculos	A	PA	A	NA
Classificação de requisitos	A	A	A	NA
<b>Fluxo de requisitos</b>				
Derivação de requisitos	A	A	A	NA
Alocação de desempenho aos requisitos	A	A	A	NA
Vínculo de requisitos com elementos do sistema	A	A	A	A
Anotação de requisitos	A	A	A	PA
<b>Análise de rastreabilidade</b>				
Visibilidade de vínculos com a implementação	A	A	A	PA
Verificação de requisitos	A	A	A	PA

Tabela 5.1 – Comparação com a ferramenta Gerenciador de Requisitos

Fonte: O Autor

Com base na Tabela 5.1, pode-se observar que a ferramenta Gerenciador de Requisitos não atende à maioria das características apontadas como importantes, para uma ferramenta de gerenciamento de requisitos. Dentre as carências da ferramenta Gerenciador de Requisitos, destacam-se as funcionalidades de controle de mudanças nos requisitos e criação de elos em lote.

## 5.2 Necessidades do contexto de desenvolvimento

Com base no contexto de desenvolvimento de software, identificado no capítulo 2, são acrescentadas ao modelo proposto, algumas características importantes a ser implementadas em uma ferramenta de rastreabilidade de requisitos. Estas características foram escolhidas, a partir de um levantamento com a equipe de desenvolvimento da empresa Secullum Softwares, são elas:

- **Equipes responsáveis pelas modificações:** visando atribuir responsabilidades às modificações, como as alterações em requisitos são feitas de maneira coletiva na empresa analisada, faz-se necessário identificar qual equipe modificou dada informação do requisito, possibilitando assim, maior precisão em análise posterior;
- **Integração com ferramentas de versionamento:** com o intuito de agilizar o cadastramento de artefatos e vinculação destes com estórias, é sugerida a integração com ferramentas de versionamento. No contexto analisado, a ferramenta utilizada é a SVN;
- **Criação de Estórias como Elo entre requisitos e artefatos:** visando adequar a ferramenta aos modelos de desenvolvimento utilizados pela Secullum Softwares, faz-se necessário o cadastramento de Estórias, as quais servirão de intermediárias na ligação entre requisitos e artefatos, formando assim, a ligação Requisito > Estória > Artefato;
- **Criação de atributos adicionais no cadastro de projetos:** com o intuito de automatizar a escolha do projeto utilizado em cada estória, requisito e ligação, sugere-se incluir atributos de data início e fim do projeto, assim como informar a equipe responsável pelo projeto, já que um projeto é manipulado por apenas uma equipe;

- **Visualização rápida de elos através das ligações intermediárias:** conforme contexto analisado, as ligações entre requisitos e artefatos se dá através do intermédio das estórias. Deste modo, a criação de *links* para visualizar as ligações entre estórias e requisitos e/ou estórias e artefatos agilizaria o tempo para análise de impacto de alterações.

### 5.3 Modelo proposto

Vislumbrando atender as funcionalidades e características, referentes ao gerenciamento de requisitos, abordadas neste trabalho, um modelo de rastreabilidade de requisitos é proposto. Este modelo serve de base, para o desenvolvimento da ferramenta para rastreabilidade de requisitos, implementada na empresa Secullum Softwares. Desta maneira, abaixo são listadas as funcionalidades que compõem o modelo:

- Cadastramento de usuários e equipes de desenvolvimento;
- Cadastramento de Projetos;
- Cadastramento de Requisitos;
- Cadastramento de Estórias;
- Cadastramento de Artefatos;
- Ligações entre Artefatos e Estórias;
- Ligações entre Requisitos e Estórias;
- Visualização de ligações entre Requisitos, Estórias e Artefatos.

Com base na implementação das funcionalidades acima mencionadas, acredita-se fornecer uma ferramenta de suporte a rastreabilidade de requisitos que atende as principais práticas de rastreabilidade de requisitos utilizadas atualmente, sem deixar de lado, o contexto de desenvolvimento aplicado na empresa. O esquema presente na Figura 5.1 representa graficamente as funcionalidades acima mencionadas, as quais são descritas com maior profundidade a seguir:

- **Cadastramento de usuários e equipes de desenvolvimento:** com o intuito de aumentar a segurança do software, sugere-se a criação de usuários e equipes de desenvolvimento. Estas informações são utilizadas posteriormente, automatizando algumas opções, como qual projeto está sendo utilizado por cada equipe, por exemplo;
- **Cadastramento de Projetos:** de acordo com o modelo de desenvolvimento adotado, fez-se necessária a criação de projetos, os quais possuem informações de, equipe responsável, nome e período que o projeto irá ocorrer;



- **Cadastramento de Requisitos:** informação essencial em uma ferramenta de rastreabilidade, o cadastro de requisitos deve possuir, além de opções básicas como descrição e projeto, um espaço para acrescentar documentos, como anexos de e-mail, desenhos, contratos, entre outros. Adicionalmente, um histórico de modificações é incorporado, adjunto com um controle sobre as versões dos requisitos;
- **Cadastramento de Estórias:** termo utilizado no contexto da empresa, devido à utilização do *Scrum*, o cadastro de estórias age como intermediário na ligação entre requisitos e artefatos. No cadastro de estórias, além das informações básicas como, descrição, projeto e produto, também é possível a adição de referências a requisitos, sem que haja necessidade de deslocar-se a outra parte do sistema para vincular a estória aos seus requisitos;
- **Cadastramento de Artefatos:** buscando facilitar o cadastramento de artefatos, o mesmo é feito de duas maneiras. A primeira maneira é cadastrar o artefato manualmente, acrescentando informações básicas como, caminho e descrição. Já a segunda maneira, é a inclusão automática através da integração com a ferramenta de controle de repositório SVN;
- **Ligações entre Artefatos e Estórias:** a fim de diminuir o tempo demandado para cadastramento de elos entre artefatos e estórias, este procedimento é feito de maneira semiautomática. Para isso é utilizada a ferramenta de versionamento e repositório SVN, bastando ao usuário relacionar o *commit* efetuado na ferramenta SVN à estória;
- **Ligações entre Requisitos e Estórias:** o vínculo entre requisitos e estórias pode ser feito de duas maneiras. A primeira maneira é, no momento do cadastramento das estórias, já vincular os requisitos a ela relacionados. A segunda maneira é efetuar a ligação manualmente, informando requisito, estória e relevância do elo;
- **Visualização de ligações entre Requisitos, Estórias e Artefatos:** buscando diminuir o tempo de procura de elos entre requisitos, estórias e artefatos, uma tabela com as ligações é apresentada ao usuário. Nesta tabela, links que direcionam o usuário para listagem de ligações, estão presentes, para que, assim, o usuário não precise preencher filtros repetidamente, nem tanto, ficar passando de tela em tela, para obter as informações desejadas. Além disso, a importância dos

elos é destacada nestas tabelas, para uma melhor compreensão e posterior análise de impacto por parte do usuário.

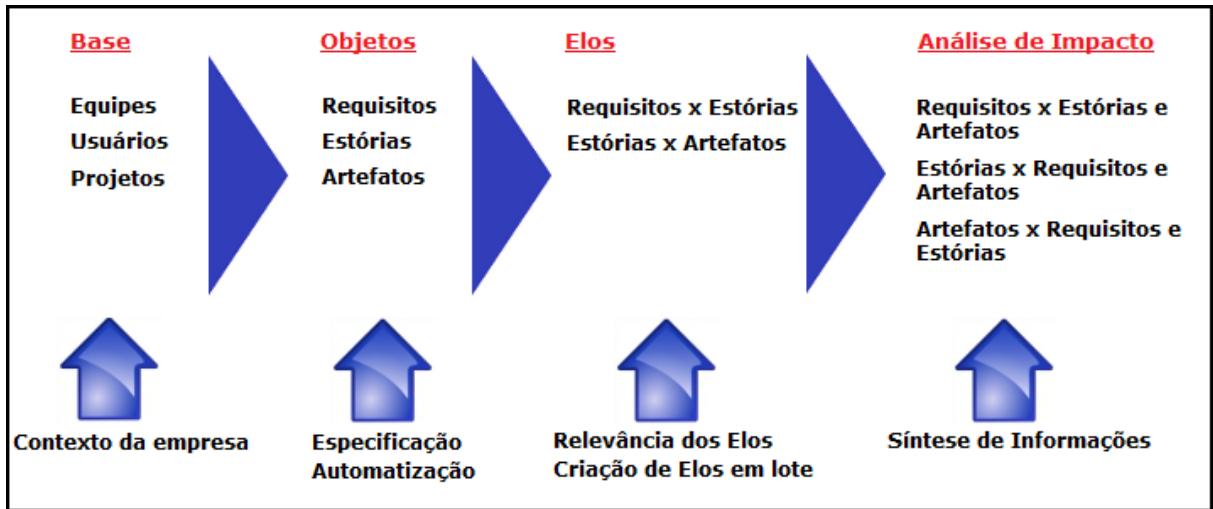


Figura 5.1 – Representação gráfica do modelo proposto

Fonte: O Autor

Com base nas funcionalidades acima apresentadas, uma ferramenta foi desenvolvida, desta maneira, é possível avaliar se o modelo proposto adequa-se ao contexto de desenvolvimento utilizado na empresa, em que se utiliza do modelo incremental de desenvolvimento aliado às práticas do *Scrum*. No próximo capítulo, esta ferramenta será apresentada com mais detalhes.

## 6 FERRAMENTA REQUISITOS.NET

A ferramenta Requisitos.Net foi desenvolvida, a partir do modelo proposto no capítulo anterior, com o objetivo de disponibilizar a seus usuários, uma ferramenta para rastreabilidade de requisitos mais completa em relação a ferramenta Gerenciador de Requisitos, atualmente utilizada na empresa. Para isso, a ferramenta Requisitos.Net apresenta, dentre suas principais características:

- Maior espaço para especificação dos requisitos, através de anexos de documentos, tais como, históricos de e-mail, desenhos de telas, entre outros;
- Histórico de modificações em requisitos;
- Cadastramento de elos entre requisitos;
- Cadastramento de artefatos de desenvolvimento e criação de elos com histórias de maneira semiautomática, através da integração com a ferramenta de controle de repositório SVN;
- Área para análise de impacto de mudanças em requisitos, histórias e artefatos de maneira compactada;
- Diminuição do tempo para execução de tarefas em relação à ferramenta Gerenciador de Requisitos.

Neste capítulo, são apresentadas as principais funcionalidades presentes na ferramenta Requisitos.Net, relacionando-as com a bibliografia e o modelo proposto para rastreabilidade de requisitos, tratadas anteriormente neste trabalho. Além disso, são comentadas as semelhanças entre a ferramenta Requisitos.Net e a ferramenta Gerenciador de Requisitos.

### 6.1 Cadastramento de Usuários e equipes de desenvolvimento

Com o objetivo de localizar os responsáveis por alterações, utiliza-se na ferramenta Gerenciador de Requisitos, o conceito de usuário, todavia, como no contexto da empresa, algumas operações, como a criação e modificação de requisitos são feitas em grupo, apenas um usuário fica responsável pelas modificações. Para resolver essa situação, incorporou-se na ferramenta Requisitos.Net o conceito de equipe de desenvolvimento, assim, quando um usuário da equipe faz alterações na ferramenta, toda a equipe poderá responder por estas alterações, visto que, as alterações apenas são aplicadas à ferramenta, após aceitação da especificação pela da equipe de desenvolvimento.

Além disso, a criação de equipes de desenvolvimento contribui para a automatização de alguns processos, tais como identificação do projeto atual do usuário, por exemplo. Sendo

assim, para a criação de usuários na ferramenta Requisitos.Net faz-se necessário, primeiramente, criar a equipe de desenvolvimento a qual o usuário fará parte e, após isso, cadastrar o usuário relacionando-o à equipe. Este processo pode ser descrito pelo diagrama presente na Figura 6.1.

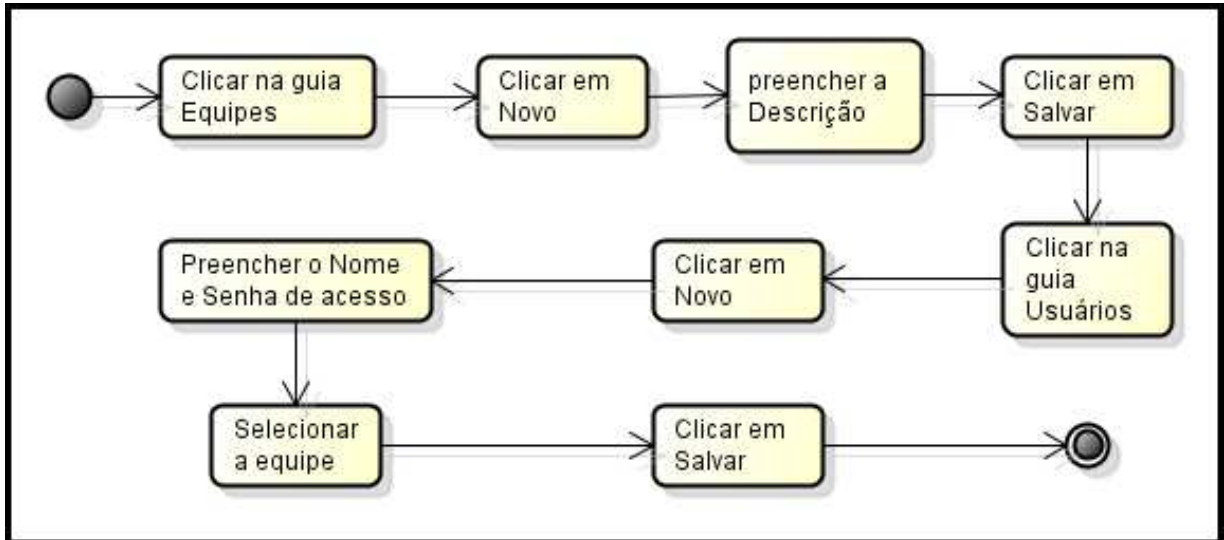


Figura 6.1 – Diagrama do processo de cadastro de equipes e usuários

Fonte: O Autor

Conforme apresentado na figura anterior, o cadastro de usuários apresenta os campos chave para que seja possível identificar a autoridade das suas alterações na ferramenta. Além disso, conforme ilustrado na Figura 6.2, pode-se atribuir ao usuário as informações de Nome e Senha de usuário utilizado para acesso à infraestrutura interna da empresa, necessárias para integração com a ferramenta SVN, mencionada anteriormente.

USUÁRIOS		USUARIOS - DADOS CADASTRAIS	
<input type="checkbox"/>	Nome	Nome	
<input type="checkbox"/>	Administrador	Senha	
<input type="checkbox"/>	Diego	Usuário da Rede	
<input type="checkbox"/>	Alan	Senha da Rede	
<input type="checkbox"/>	Aléxis	Equipe	
<input type="checkbox"/>	Felipe	<input type="checkbox"/> Administrador	
<input type="checkbox"/>	Róger	Observações	
<input type="checkbox"/>	Camila	Salvar	Cancelar

Equipe	Administrador
Equipe A	<input checked="" type="checkbox"/>
Equipe A	<input checked="" type="checkbox"/>
Equipe A	<input type="checkbox"/>
Equipe A	<input type="checkbox"/>
Equipe A	<input type="checkbox"/>
Equipe A	<input type="checkbox"/>
Equipe A	<input type="checkbox"/>
Equipe A	<input type="checkbox"/>

Figura 6.2 – Tela de cadastro de usuários

Fonte: O Autor

## 6.2 Cadastramento de Projetos

O cadastramento de projetos, necessário dentro do modelo de desenvolvimento adotado pela empresa, já vem sendo utilizado na ferramenta Gerenciador de Requisitos, atualmente utilizada na empresa. Devido a esta situação, na ferramenta Requisitos.Net, esta funcionalidade foi mantida, com o diferencial de ser utilizada automaticamente como filtro de informações, juntamente com as informações do usuário conectado.

Sendo assim, conforme especificado no capítulo 5, o cadastro de projetos possui os campos de Descrição, Período e Equipe responsável, essenciais para que seja possível utilizá-lo como filtro de informações na ferramenta. A Figura 6.3 ilustra em detalhes a funcionalidade de cadastro de projetos.

The image shows a software interface for project management. At the top, there is a header with a folder icon and the text 'PROJETOS'. Below this is a table with the following columns: 'Descrição', 'Data Inicial', 'Data Final', and 'Equipe Responsável'. The first row of the table contains a checkbox, the text '015-2015', and 'Equipe A'. A modal window is overlaid on the table, titled 'PROJETOS - DADOS CADASTRAIS'. This modal contains several input fields: a text box for 'Descrição', a date picker for 'Data Inicial', another date picker for 'Data Final', a dropdown menu for 'Equipe Responsável', and a text area for 'Observações'. At the bottom of the modal, there are two buttons: 'Salvar' (highlighted in blue) and 'Cancelar'. In the top right corner of the modal, there are two icons: a blue plus sign and a red trash can.

Figura 6.3 – Tela de cadastro de projetos

Fonte: O Autor

### 6.3 Cadastramento de Requisitos

Essencial em uma ferramenta de rastreabilidade de requisitos, o cadastro de requisitos, foi apontado no capítulo 3, como uma das dificuldades encontradas na utilização da ferramenta Gerenciador de Requisitos, devido à pobreza na especificação dos requisitos. Com base nesta situação, a ferramenta Requisitos.Net disponibiliza a seus usuários, conforme diagrama da Figura 6.4, a possibilidade de anexar documentos à requisitos, estes documentos podem ser, por exemplo, esboços de tela, históricos de e-mail e quaisquer outros documentos que julgar-se relevante, com a possibilidade de visualiza-los caso necessário, utilizando desta maneira, a prática de pré-rastreabilidade, mencionada no capítulo 2 deste trabalho.

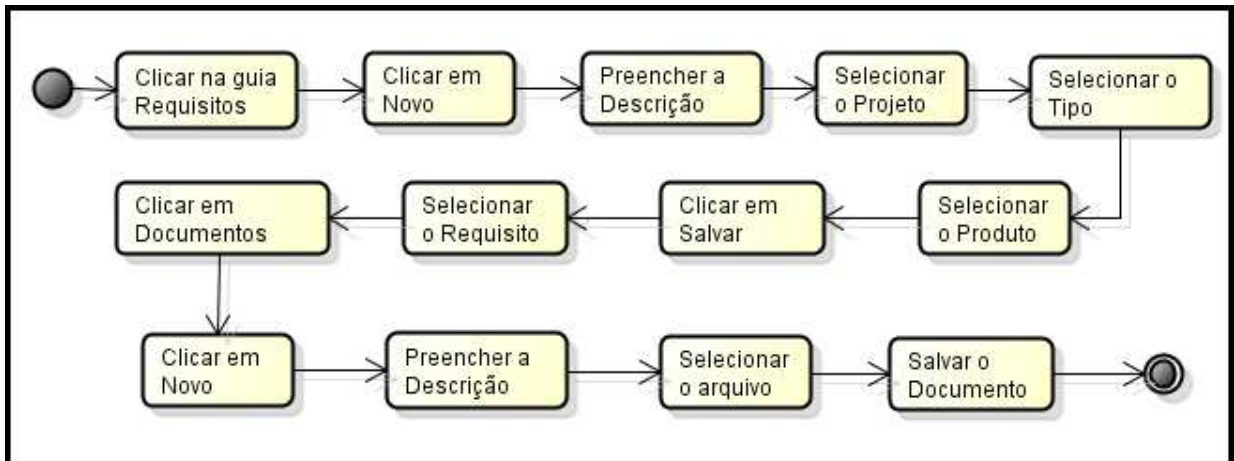


Figura 6.4 – Diagrama do processo de cadastramento de requisitos e adição de documentos

Fonte: O Autor

Com o objetivo de atender às práticas de rastreabilidade de requisitos, apresentadas na bibliografia analisada, mais especificamente a prática de rastreabilidade horizontal, é disponibilizado na ferramenta Requisitos.Net, um histórico sobre as modificações no requisito durante seu ciclo de vida. Neste histórico, conforme figura 6.5, estão presentes as informações de Data da modificação, Equipe responsável, Usuário responsável e as informações propriamente alteradas no requisito. Desta forma, ao analisar o impacto das mudanças no requisito, é possível identificar a equipe e, caso necessário, o usuário responsável pela alteração.

Além das funcionalidades acima mencionadas, a ferramenta Requisitos.Net disponibiliza ainda, a seleção do tipo do requisito que está sendo cadastrado, com a possibilidade de ser Funcional, Não funcional ou Não identificado. Desta maneira, a ferramenta possibilita a classificação de requisitos que, conforme mencionado no capítulo 3, é uma prática utilizada nas principais ferramentas de rastreabilidade de requisitos disponíveis no mercado.

The image shows a software interface for managing requirements. At the top, there's a header 'REQUISITOS' with a blue '+' button and a red trash icon. Below the header, there are filters for 'Produto' (set to 'Todos') and 'Projeto' (set to '015-2015'), along with an 'Atualizar' button. A table lists requirements with columns for 'Descrição', 'Projeto', and 'Tipo'. One requirement is selected, and a modal window titled 'REQUISITOS - DADOS CADASTRAIS' is open over it. This modal contains the following fields:

- Descrição:** Permitir configurar equipamento Digicon
- Projeto:** 015-2015 (with a 'Documentos' button)
- Tipo:** Funcional
- Produto:** Acesso.Net
- Observações:** Envio de configuração de leitora Mifare
- Histórico de Alteração de Requisitos:** 05/05/2015 - Equipe A - Alan - Permitir configurar equipamento Digicon - Permitir configuração de Revista Aleatória; 08/05/2015 - Equipe A - Administrador - Permitir configurar equipamento Digicon - Permitir carregar mapa smartcard

At the bottom of the modal are 'Salvar' and 'Cancelar' buttons.

Figura 6.5 – Tela de cadastro de requisitos

Fonte: O Autor

#### 6.4 Cadastramento de Estórias

Conforme mencionado no capítulo anterior, o cadastro de estórias se faz necessário dentro do modelo de desenvolvimento adotado pela empresa, servindo de intermediária na ligação entre requisitos e artefatos. Por este motivo, essa funcionalidade está presente na ferramenta Gerenciador de Requisitos e foi incorporada à ferramenta Requisitos.Net, a diferença entre as funcionalidades apresentadas nas duas ferramentas é que, na ferramenta Requisitos.Net é possível, dentro do cadastro da estória, vincular um ou mais requisitos à estória, sem a necessidade de acesso à outras telas, através do link Vincular requisitos, conforme ilustrado na Figura 6.6.



The screenshot displays the 'ESTÓRIAS' application interface. At the top, there is a header with a menu icon and the title 'ESTÓRIAS'. Below the header, there are filters for 'Produto' (set to 'Todos') and 'Projeto' (set to '015-2015'), along with an 'Atualizar' button. The main area contains a table of stories with columns for 'Descrição' and checkboxes. A modal window titled 'ESTÓRIAS - DADOS CADASTRAIS' is open, showing fields for 'Descrição', 'Projeto' (015-2015), 'Produto' (Acesso.Net), and 'Observações'. There are 'Salvar' and 'Cancelar' buttons at the bottom of the modal.

Figura 6.6 – Tela de cadastro de estórias

Fonte: O Autor

Desta forma, o cadastro de estórias é formado, assim como na ferramenta Gerenciador de Requisitos, pelas informações de Descrição, Projeto, Produto e quaisquer informações adicionais que o usuário julgar necessário. A Figura 6.7 apresenta o diagrama do processo de cadastro e vínculo de estórias a requisitos na ferramenta Requisitos.Net.

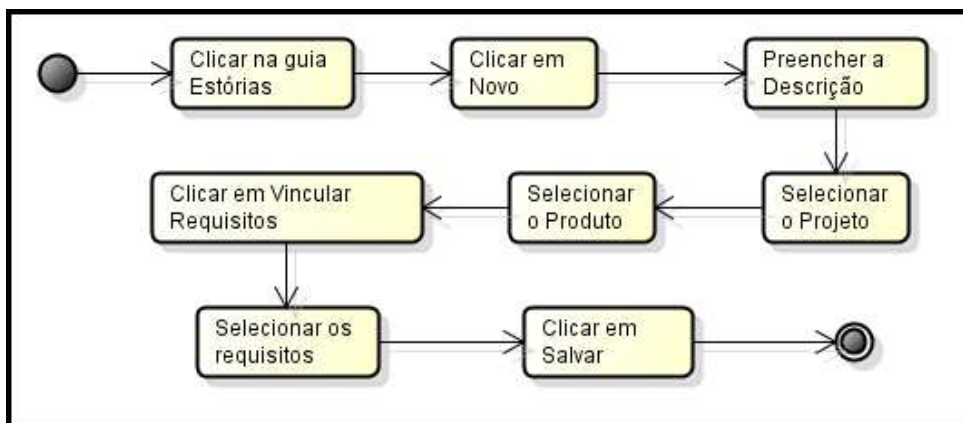


Figura 6.7 – Diagrama do processo de cadastro de estórias e vínculo com requisitos

Fonte: O Autor

## 6.5 Cadastramento de Artefatos

Tendo em vista a dificuldade na utilização da funcionalidade de cadastro de artefatos apresentada na ferramenta Gerenciador de Requisitos, mencionada no capítulo 3, a ferramenta

Requisitos.Net disponibiliza ao usuário duas maneiras de efetuar este processo. A primeira delas ocorre de maneira manual, conforme funcionalidade já existente na ferramenta Gerenciador de Requisitos, a segunda maneira ocorre de forma automática, através da integração com a ferramenta de controle de repositório SVN.

Desta forma, a maneira de cadastramento de artefatos mais utilizada na ferramenta Requisitos.Net é a automática, a qual ocorre no momento do cadastro de elos entre estórias e artefatos, apresentada na sessão 6.7 deste capítulo. Porém, como este processo não requer intervenção do usuário, são apresentados abaixo, os passos para cadastramento manual de artefatos, bem como a justificativa para sua utilização.

Conforme ilustrado na Figura 6.8, o cadastro de artefatos contém os campos chave para sua identificação na ferramenta, sendo necessário preencher, basicamente, as informações de Descrição e Produto o qual o artefato faz parte e, caso julgar-se relevante, adicionar observações ao cadastro. Esta maneira de cadastramento de artefatos foi disponibilizado na ferramenta Requisitos.Net com o objetivo de permitir ao usuário cadastrar artefatos não presentes na ferramenta de controle de repositório SVN, assim, tornando a ferramenta Requisitos.Net menos dependente da ferramenta SVN.

The screenshot displays the 'ARTEFATOS' management interface. At the top, there is a 'Produto' dropdown menu set to 'Acesso.Net' and an 'Atualizar' button. Below this is a table listing existing artifacts. A modal dialog is open, titled 'ARTEFATOS - DADOS CADASTRAIS', which contains the following fields:

- Descrição:** A text input field.
- Caminho:** A text input field.
- Produto:** A dropdown menu.
- Observações:** A text area.

At the bottom of the modal, there are 'Salvar' and 'Cancelar' buttons. A red box highlights the '+' icon in the top right corner of the main window, which triggers the modal.

<input type="checkbox"/>	Produto	Descrição	Caminho
<input type="checkbox"/>	Acesso.Net	frmCONFIG_DIGICON_MCANET.designer.vb	Winforms/
<input type="checkbox"/>	Acesso.Net	frmCONFIG_DIGICON_MCANET.vb	Winforms/
<input type="checkbox"/>	Acesso.Net	DigiconMcaNet.vb	ComumDL
<input type="checkbox"/>	Acesso.Net	ResourceEN.resx	TraducaoD
<input type="checkbox"/>	Acesso.Net	ResourceES.resx	TraducaoD
<input type="checkbox"/>	Acesso.Net	ResourcePT.resx	TraducaoD
<input type="checkbox"/>	Acesso.Net	Secullum.Traducao.xml	TraducaoD
<input type="checkbox"/>	Acesso.Net	Secullum.Comum.vbproj	ComumDL
<input type="checkbox"/>	Acesso.Net	ComunicacaoOffline.vb	AcessoDL
<input type="checkbox"/>	Acesso.Net	ComunicacaoOnline.vb	AcessoDL
<input type="checkbox"/>	Acesso.Net	Secullum.xml	AcessoDL

Figura 6.8 – Tela de cadastro de artefatos de maneira manual

Fonte: O Autor

## 6.6 Cadastramento de elos entre Requisitos

Conforme observado no capítulo 4, várias ferramentas disponíveis no mercado apresentam a funcionalidade de derivação de requisitos, em que vários requisitos complementam as funcionalidades de um requisito. Nesse sentido, a ferramenta Requisitos.Net possibilita a ligação entre requisitos, não disponível na ferramenta Gerenciador de Requisitos.

Conforme pode ser visualizado na Figura 6.9, o processo de cadastramento de elos entre requisitos é bem objetivo, nele é necessário selecionar os requisitos a serem relacionados e a relevância da ligação, importante aliada no momento da análise de impacto em mudanças, mencionada no capítulo 5. Nesta opção, se utilizou dos termos ‘pai’ e ‘filho’ para descrever a ligação entre dois requisitos, todavia, é importante salientar, que os termos supracitados foram utilizados com o intuito de facilitar o entendimento do desenvolvedor, não correspondendo explicitamente à semântica utilizada para estes termos em outros contextos. Deste modo, acredita-se que com esta funcionalidade, a análise de impacto em mudanças se torne mais detalhada em relação ao relacionamento de funcionalidades e a implementação.

The screenshot displays the 'LIGAÇÕES ENTRE REQUISITOS' interface. At the top, there are buttons for adding (+) and deleting (-) connections. The main form includes dropdown menus for 'Requisito Pai' (set to 'Todos') and 'Requisito Filho' (set to 'Ponto4/Alterar DatePicker dos campos Data'), along with an 'Atualizar' button. Below this is a table with the following data:

	Requisito Pai	Requisito Filho	Relevancia da Ligação
<input type="checkbox"/>	Ponto4/Permitir tradução do Ponto 4 Web	Ponto4/Alterar DatePicker dos campos Data	Baixa

A modal window titled 'REQUISITOS - LIGAÇÃO' is open, showing a form with the following fields:

- Requisito Pai: Ponto4/Permitir tradução do Ponto 4 Web
- Requisito Filho: Ponto4/Alterar DatePicker dos campos Data
- Relevancia da Ligação: Baixa

Buttons for 'Salvar' and 'Cancelar' are located at the bottom of the modal.

Figura 6.9 – Tela de cadastro de Elos entre requisitos de maneira manual

Fonte: O Autor

### 6.7 Cadastramento de elos entre Requisitos e Estórias

A funcionalidade de criação de elos entre requisitos e estórias é uma necessidade apresentada pelo modelo de desenvolvimento utilizado na empresa, em que a estória serve como intermediária na ligação entre requisitos e artefatos. Sendo assim, a ferramenta Requisitos.Net incorporou esta funcionalidade, já presente na ferramenta Gerenciador de Requisitos, porém com o diferencial de permitir ao usuário informar a relevância da ligação, a qual pode ser definida como Baixa, Média ou Alta, aprimorando, desta maneira, o processo de análise de impacto de modificações, apresentada na sessão 6.9.

Conforme pode ser visualizado na Figura 6.10, o processo de cadastramento de elos entre requisitos e estórias é similar ao cadastramento de elos entre requisitos, apresentado na sessão 5.6, onde são solicitadas as informações chave para geração do elo, tais como a Estória, o Requisito e a Relevância da ligação. Com isso, pode-se afirmar que esta concluída a primeira parte na ligação entre requisitos e artefatos, restando a parte que diz respeito à criação de elos entre estórias e artefatos, descrita na sessão 6.8.

The screenshot displays a web application interface for managing links between stories and requirements. The main window, titled "LIGAÇÕES ENTRE ESTÓRIAS E REQUISITOS", features a table with the following data:

	Estória	Requisito	Relevância da Ligação
<input type="checkbox"/>	SP015-03 - Estória 2	Ponto4/Permitir controlar período encerrado de funcionários	Média
<input type="checkbox"/>	SP015-03 - Estória 3	Ponto4/Substituir CheckListBox por tabelas	
<input type="checkbox"/>	SP015-03 - Estória 8	Ponto4/Fazer upload de cores de batidas	
<input type="checkbox"/>	SP015-03 - Estória 4	Ponto4/Alterar DatePicker dos campos Dat	
<input type="checkbox"/>	SP015-03 - Estória 1	Ponto4/Permitir tradução do Ponto 4 Web	
<input type="checkbox"/>	SP015-03 - Estória 6	Acesso.Net/Permitir configurar equipamento	
<input type="checkbox"/>	SP015-03 - Estória 6	Academia.Net/Permitir configurar equipame	
<input type="checkbox"/>	SP015-03 - Estória 6	Clube.Net/Permitir configurar equipamento	
<input type="checkbox"/>	SP015-03 - Estória 6	Estacionamento.Net/Permitir configurar equ	
<input type="checkbox"/>	SP015-03 - Estória 6	Escola.Net/Permitir configurar equipamento	
<input type="checkbox"/>	SP015-03 - Estória 5	Acesso.Net/Permitir configurar equipament	

An overlay modal dialog titled "ESTÓRIAS X REQUISITOS - LIGAÇÃO" is shown, with the following fields:

- Estória:** SP015-03 - Estória 2
- Requisito:** Ponto4/Permitir controlar período encerrado de funcionários
- Relevância da Ligação:** Média

Buttons for "Salvar" and "Cancelar" are visible at the bottom of the modal.

Figura 6.10 – Tela de criação de elos entre requisitos e estórias de maneira manual

Fonte: O Autor

### 6.8 Cadastramento de elos entre Estórias e Artefatos

Com o objetivo de concluir o elo entre requisitos e artefatos, faz-se necessário a criação de elos entre estórias e artefatos, desta maneira, será possível analisar o impacto de mudanças em requisitos com relação aos artefatos relacionados. Por fazer parte das necessidades apresentadas pelo modelo de desenvolvimento da empresa, esta funcionalidade esta presente na ferramenta Gerenciador de Requisitos, porém, possibilitando apenas, a execução destas atividades de maneira manual, resultando desta forma, no aumento do tempo utilizado para execução das tarefas de rastreabilidade de requisitos, conforme mencionado no capítulo 3.

Com base nesta situação, a ferramenta Requisitos.Net disponibiliza, além da maneira manual de cadastro, similar a funcionalidade presente na ferramenta Gerenciador de Requisitos, a maneira semiautomática de executar estas tarefas, através da integração com a ferramenta de versionamento SVN. Sendo assim, o usuário poderá utilizar normalmente a maneira semiautomática para artefatos presentes na ferramenta SVN e cadastrar as exceções de maneira manual.

Para cadastramento manual de elos entre estórias e artefatos é necessário informar primeiramente a Estória a ser vinculada, o Produto para que seja possível filtrar os artefatos para seleção e, o Artefato a ser vinculado. Em casos que o artefato não esteja previamente cadastrado, será necessário cadastrá-lo e, após isso, repetir o processo de cadastramento do elo entre a estória e o artefato. O diagrama presente na Figura 6.11 ilustra o processo de cadastramento de elos entre estórias e artefatos de maneira manual.

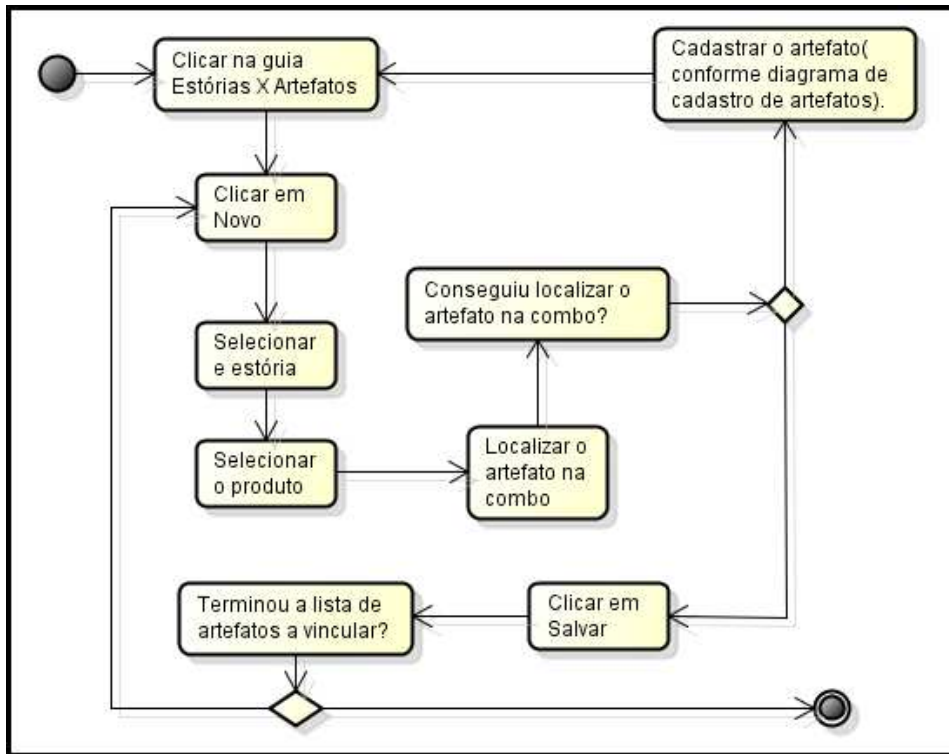


Figura 6.11 – Diagrama do processo de cadastro manual de elos entre estórias e artefatos

Fonte: O Autor

Com relação ao cadastramento de elos entre estórias e artefatos de maneira semiautomática, este não necessita de cadastramento prévio dos artefatos, tão pouco executar repetidas vezes o procedimento para criação dos elos. Desta forma, o processo de criação de artefatos e elos com estórias se tornam mais rápidos e precisos, solucionando uma das dificuldades identificadas na utilização da ferramenta Gerenciador de Requisitos, conforme mencionado no capítulo 3.

O diagrama presente na Figura 6.12 representa o processo de cadastro e vínculo de artefatos a estórias de maneira semiautomática. Desta maneira, é possível observar que o processo minimiza a repetição de procedimentos, tanto para cadastro de artefatos quanto para criação de elos entre artefatos e estórias.

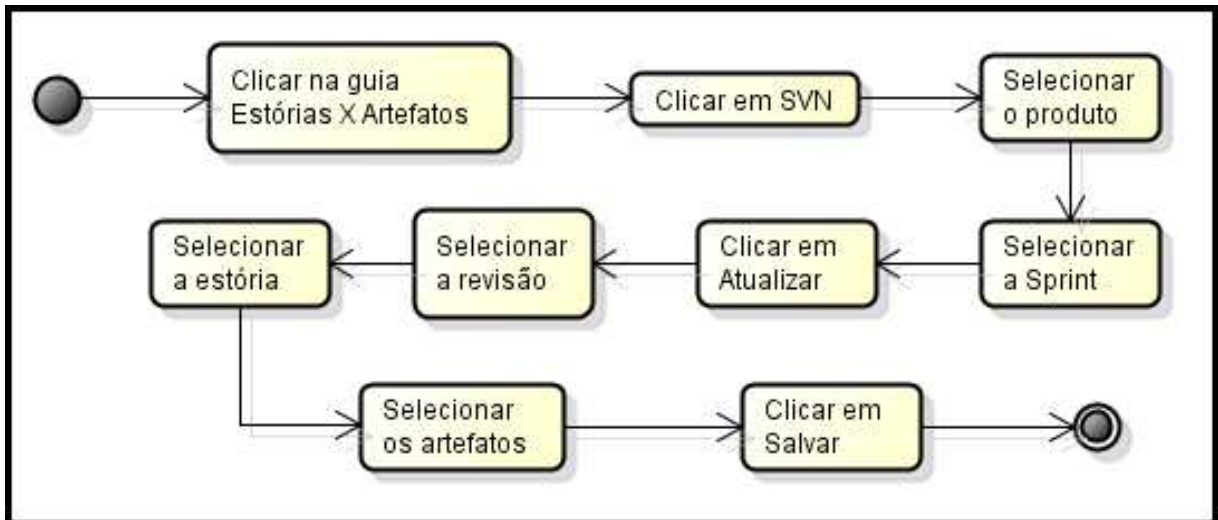


Figura 6.12 – Diagrama de criação de elos entre histórias e artefatos de maneira semiautomática

Fonte: O Autor

Conforme pode ser observado no diagrama da Figura 6.12, são solicitados ao usuário o preenchimento do Produto e *Sprint*, necessários para informar à ferramenta SVN, o caminho do repositório que se deseja analisar. Desta forma, a Figura 6.13 apresenta as informações que são disponibilizadas pela ferramenta Requisitos.Net ao usuário, no momento do cadastro de elos entre histórias e artefatos. Pode-se observar que informações adicionais, tais como, definições de Autor e Número da revisão, são apresentadas ao usuário, possibilitando a utilização destas informações diretamente na ferramenta SVN, caso julgar-se necessário.

🔄 LISTA COMMITS

Produto  Sprint  Mostrar Ultimos

	Revisão	Mensagem	Autor	Data
	3320	SP015-03: Estoria 3 - Desenvolvimento	dteixeira	4/15/2015 5:41:12 PM
	3321	SP015-03: Estoria 4 - Desenvolvimento	dteixeira	4/15/2015 8:54:54 PM
	3322	SP015-03: Estoria 4 - Desenvolvimento	dteixeira	4/16/2015 11:52:33 AM
	3323	SP015-03: Estoria 3 - Revisao	dteixeira	4/16/2015 2:36:54 PM

📁 LISTA DE ARTEFATOS

Estória

	Ação	Nome	Caminho
<input type="checkbox"/>	Modify	Ponto4/controles.css	Ponto4Web/Secullum.Ponto4Web.WebUIClient/css/controles.css
<input type="checkbox"/>	Modify	Ponto4/controles.scss	Ponto4Web/Secullum.Ponto4Web.WebUIClient/css/controles.scss
<input type="checkbox"/>	Modify	Ponto4/lancamento-justificativas.vbhtml	Ponto4Web/Secullum.Ponto4Web.WebUIViews/Templates/lancamento-justificativas.vbhtml
<input type="checkbox"/>	Modify	Ponto4/minhas-solicitacoes.vbhtml	Ponto4Web/Secullum.Ponto4Web.WebUIViews/Templates/minhas-solicitacoes.vbhtml
<input type="checkbox"/>	Modify	Ponto4/periodo-encerrado.vbhtml	Ponto4Web/Secullum.Ponto4Web.WebUIViews/Templates/periodo-encerrado.vbhtml
<input type="checkbox"/>	Modify	Ponto4/ponto-diario.vbhtml	Ponto4Web/Secullum.Ponto4Web.WebUIViews/Templates/ponto-diario.vbhtml

Figura 6.13 – Tela de listagem *commits* e artefatos capturados do SVN

Fonte: O Autor

## 6.9 Análise de impacto de mudanças em Requisitos

Fundamental dentro do contexto da rastreabilidade de requisitos, a análise de impacto de mudanças em requisitos é, conforme mencionado no capítulo 3, uma das dificuldades apontadas na utilização da ferramenta Gerenciador de Requisitos, devido a esta não possuir uma área específica para apoio a análise de impacto. Por conta disso, a ferramenta Requisitos.Net disponibiliza, em uma só tela, informações dos vínculos entre requisitos, estórias e artefatos, com o intuito de facilitar a análise de impacto de mudanças.

Conforme pode ser visualizado na Figura 6.14, a tela de análise de impacto apresenta três possibilidades de filtros, sendo eles, Requisito, Estória e Artefato. Após seleção do filtro desejado, são carregados os itens referentes ao filtro para seleção, por exemplo, caso o usuário opte pelo filtro Requisito, os itens disponíveis para seleção na combo Item, serão os requisitos cadastrados na ferramenta.



Após seleção do filtro desejado, ao clicar em Atualizar, são exibidas três tabelas contendo as ligações relacionadas ao filtro selecionado, desta maneira, caso o usuário selecione, por exemplo, um requisito no filtro, são exibidas as ligações do requisito com outros requisitos, histórias e artefatos. Caso preferir, o usuário poderá, clicando em qualquer item das tabelas, recarregar a tela utilizando o item selecionado como filtro, facilitando desta maneira, a navegação entre os itens.

Estória	Relevância	Ligações	Artefato	Ligações
SP015-03 - Estória 4	Alta	21	Ponto4/controles.css	3
<b>Requisito</b>	<b>Cadastro</b>	<b>Relevância</b>	<b>Ligações</b>	
Ponto4/Permitir tradução do Ponto 4 Web	Baixa	2	Ponto4/controles.scss	3
			Ponto4/backbone-customizacao.js	2
			Ponto4/data_helper.js	1
			Ponto4/ui.js	1
			Ponto4/ajustes-parciais.vbhtml	1
			Ponto4/alterar-batidas.vbhtml	1
			Ponto4/alterar-dados-cadastrais.vbhtml	1
			Ponto4/gerenciar-solicitacoes.vbhtml	1
			Ponto4/lancamento-justificativas.vbhtml	1
			Ponto4/minhas-solicitacoes.vbhtml	1
			Ponto4/periodo-encerrado.vbhtml	2
			Ponto4/selecionar-justificativa.scss	1
			Ponto4/cartao-ponto-colunas.js	1
			Ponto4/cartao-ponto-opcoes.js	1
			Ponto4/selecionar-justificativa.js	1
			Ponto4/CartaoPontoOpcoesController.vb	1
			Ponto4/cartao-ponto-colunas.vbhtml	1
			Ponto4/cartao-ponto-opcoes.vbhtml	1

Figura 6.14 – Tela de análise de impacto

Fonte: O Autor

Além disso, a funcionalidade de análise de impacto presente na Requisitos.Net, apresenta o número de ligações que cada item possui, revelando assim, quais itens são mais utilizados, para que assim seja dispensando um cuidado maior nestes casos. Com o intuito de facilitar a visualização de quais itens possuem maior número de ligações em relação a outros

itens, um esquema de cores é disponibilizado, sendo permitido ao usuário selecionar, através do campo Período entre cores, o número de ligações necessárias para a mudança da cor, representando o nível de importância do item, seja ele, requisito, estória ou artefato.

A ferramenta também disponibiliza um link direto para o cadastro do requisito, assim, o usuário poderá acompanhar o histórico de modificações deste, além de visualizar os documentos vinculados ao requisito. Deste modo, o procedimento para visualização dos elos entre requisitos, estórias e artefatos é ilustrado no diagrama presente na Figura 6.15.

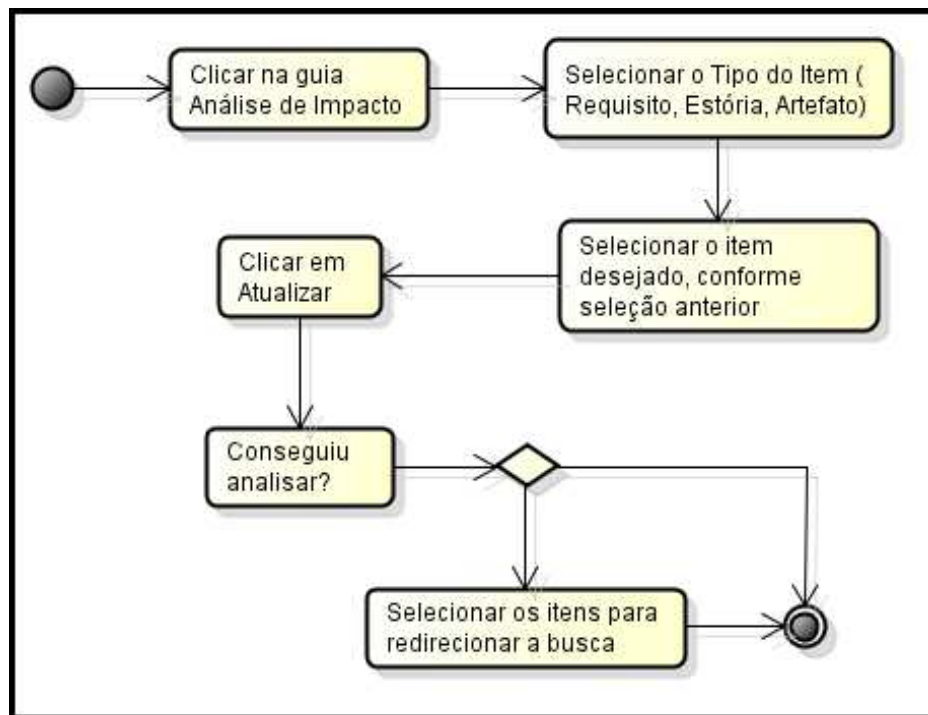


Figura 6.15 – Diagrama do processo de visualização de elos

Fonte: O Autor

Desta maneira, conforme pode ser verificado na Tabela 6.1, acredita-se que a ferramenta Requisitos.Net apresenta as características pertinentes a uma ferramenta de rastreabilidade de requisitos, com base na bibliografia analisada e no modelo de rastreabilidade de requisitos, proposto no capítulo 5. A característica de alocação de desempenho aos requisitos, não está presente na ferramenta Requisitos.Net, visto que esta característica é abordada em outro momento, devido ao contexto de desenvolvimento da empresa. Para análise da tabela, são utilizados os mesmos conceitos mencionados no capítulo 4, em que “A” significa que a ferramenta suporta a funcionalidade analisada, “PA” significa que a ferramenta atende parcialmente a funcionalidade e “NA”, indica que a ferramenta não implementa a funcionalidade analisada.

Item	Caliber	Doors	Requisite Pro	Gerenciador de Requisitos	Requisitos.Net
<b>Captura/Identificação de requisitos</b>					
Enriquecimento de documentação	A	A	A	NA	A
Mudança na documentação	A	PA	A	NA	A
Identificador manual de requisitos	A	A	A	A	A
Modo em lote de atualização de vínculos	A	PA	A	NA	A
Classificação de requisitos	A	A	A	NA	A
<b>Fluxo de requisitos</b>					
Derivação de requisitos	A	A	A	NA	A
Alocação de desempenho aos requisitos	A	A	A	NA	NA
Vínculo de requisitos com elementos do sistema	A	A	A	A	A
Anotação de requisitos	A	A	A	PA	A
<b>Análise de rastreabilidade</b>					
Visibilidade de vínculos com a implementação	A	A	A	PA	A
Verificação de requisitos	A	A	A	PA	A

Tabela 6.1 – Comparação com a ferramenta Requisitos.Net

Fonte: O Autor

Sendo assim, a ferramenta Requisitos.Net foi disponibilizada para uso por uma das equipes de desenvolvimento da empresa Secullum Softwares durante um ciclo de desenvolvimento, denominado *Sprint*. A partir disso, pode-se verificar a adequação do modelo proposto para rastreabilidade de requisitos, através do uso da ferramenta e da aplicação de um questionário, após a sua utilização. Os resultados do questionário são apresentados com detalhes no próximo capítulo.

## 7 AVALIAÇÃO DA FERRAMENTA REQUISITOS.NET

Para que fosse possível analisar se a ferramenta Requisitos.Net atende as necessidades da empresa com relação a rastreabilidade de requisitos, um questionário foi elaborado. Este questionário foi desenvolvido em duas partes, na primeira parte, são apresentadas questões sobre o tema rastreabilidade de requisitos, a segunda parte objetiva comparar a ferramenta Gerenciador de Requisitos, atualmente utilizada pela empresa, com a ferramenta Requisitos.Net, desenvolvida neste trabalho.

Para construção do questionário se utilizou, basicamente, três tipos de questões. São elas: questões dissertativas, questões dicotômicas, e questões em escala Likert. Desta maneira, enquanto que, nas questões dissertativas, os usuários informam suas percepções em relação ao tema questionado, nas questões dicotômicas (duas respostas possíveis), expõem suas opiniões de maneira simplificada, já nas questões no formato de escala Likert, informam dentre as cinco opções possíveis, partindo dos extremos, a opção mais adequada.

Sendo assim, este questionário, disponível integralmente no Apêndice A, foi aplicado em uma das equipes de desenvolvimento, a qual é formada atualmente por 3 programadores e 2 testadores. Desta forma, abaixo é apresentada a análise desenvolvida através das respostas apresentadas pelos usuários, as quais estão disponíveis no Apêndice B.

### 7.1 Questões Gerais

Inicialmente, a fim de identificar o nível de conhecimento dos usuários da ferramenta em relação à rastreabilidade de requisitos, questionou-se a eles qual o significado de rastreabilidade de requisitos. Uma das respostas apresentadas para esta questão é “*Permitir que de alguma forma seja possível ligar requisições de mudanças de sistema desde o seu nível de análise até os artefatos de código fonte modificados para atender a alteração [...]*”. Com base nesta e nas outras respostas da questão 2, presentes no Apêndice B, pode-se observar que todos os usuários responderam de maneira similar ao conceito utilizado por Edwards (1991 apud Sayao e Leite, 2005, p. 6), mencionado no capítulo 2, o qual caracteriza a rastreabilidade como a técnica utilizada para prover o relacionamento entre requisitos, artefatos e o produto final do sistema.

Com o intuito de avaliar a experiência dos usuários com ferramentas de suporte a rastreabilidade de requisitos, de uma maneira geral, questionou-se a respeito de quais ferramentas os usuários já haviam utilizado para este fim. Assim, conforme respostas da questão 3, presentes no Apêndice B, pode-se observar que os usuários utilizaram

profissionalmente, apenas a ferramenta Gerenciador de Requisitos para execução das atividades de rastreabilidade de requisitos, restringindo-se a utilização de outras ferramentas apenas para fins didáticos.

Neste contexto, buscou-se identificar com os usuários se as atividades de rastreabilidade de requisitos afetavam suas atividades diárias, neste quesito, a maioria dos usuários respondeu que, na concepção deles, as atividades de rastreabilidade de requisitos afetam parcialmente suas atividades. Com base nestas respostas, acredita-se que os usuários entendem que as atividades de rastreabilidade de requisitos não afetam significativamente seu trabalho, porém, acredita-se que esta realidade pode ser resultado das carências apresentadas no uso da ferramenta Gerenciador de Requisitos, mencionada no capítulo 3.

Com o objetivo de identificar a concepção dos usuários em relação à identificação da relevância nos elos entre requisitos e histórias, mencionada no capítulo 5, questionou-se aos usuários, qual seria, para eles, a importância de identificar a relevância nos elos entre requisitos e história. Conforme pode ser verificado nas respostas desta questão, presentes na questão 5 do Apêndice B e representadas na Figura 7.1, os usuários compreendem que esta funcionalidade é importante dentro do contexto de rastreabilidade de requisitos.

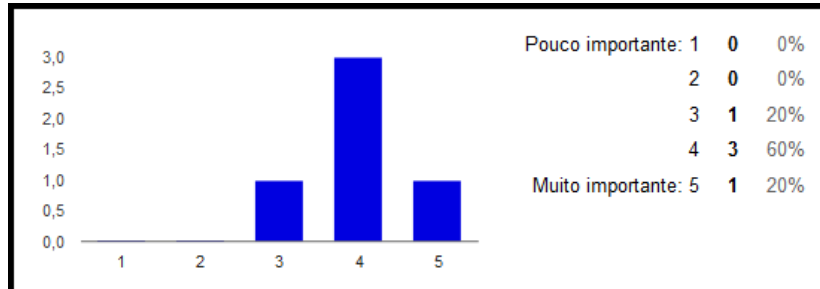


Figura 7.1 – Representação das respostas da questão 5, referente à relevância dos elos

Fonte: O Autor

No mesmo contexto da questão anterior, questionou-se aos usuários a respeito do nível de importância identificado na funcionalidade de adição de documentos a requisitos, desenvolvida com o intuito de reforçar o conceito de pré-rastreabilidade, apresentado no capítulo 2. Com base nas respostas apresentadas na Figura 7.2, os usuários compreendem, de maneira similar a questão anterior, que a funcionalidade é importante dentro do contexto de rastreabilidade de requisitos.

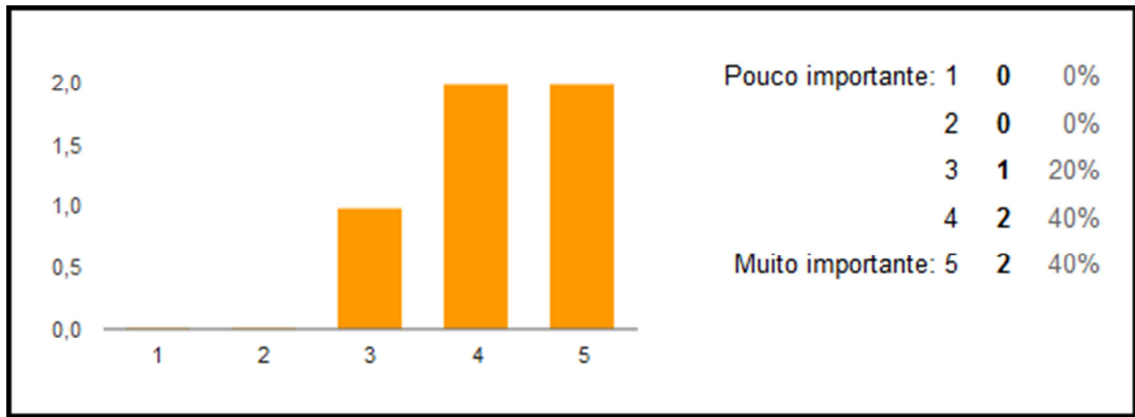


Figura 7.2 – Representação das respostas da questão 6, referente à adição de documentos

Fonte: O Autor

Sendo assim, levando em consideração as respostas apresentadas anteriormente, pode-se observar que os usuários analisados denotam conhecer os conceitos de rastreabilidade de requisitos apresentados nesta sessão, assim como, julgam importante a utilização destes conceitos. Muito embora os usuários analisados tenham utilizado apenas a ferramenta Gerenciador de Requisitos, acredita-se que a avaliação da ferramenta Requisitos.Net não é comprometida, visto que a problemática abordada neste trabalho é, justamente, a deficiência identificada na utilização das práticas de rastreabilidade de requisitos no contexto da empresa Secullum.

## 7.2 Comparação entre as ferramentas

A segunda parte do questionário tem por objetivo relacionar as ferramentas Gerenciador de Requisitos, atualmente utilizada pela empresa, e a ferramenta Requisitos.Net, desenvolvida neste trabalho. Desta forma, acredita-se ser possível avaliar a adequação do modelo para rastreabilidade de requisitos proposto neste trabalho, com o contexto de desenvolvimento da empresa.

Inicialmente buscou-se comparar o tempo dispensado para realização das atividades de rastreabilidade na ferramenta Requisitos.Net, tendo em vista que o quesito tempo foi uma das dificuldades apontadas no capítulo 3, para a utilização da ferramenta Gerenciador de Requisitos. Desta maneira, segundo as respostas da questão 7, disponível no Apêndice B, todos os usuários apontaram que a ferramenta Requisitos.Net demonstrou-se mais rápida em relação à ferramenta Gerenciador de Requisitos.

Sendo assim, a partir das dificuldades apresentadas no capítulo 3, com relação à criação de requisitos, estórias e artefatos na ferramenta Gerenciador de Requisitos, buscou-se identificar se as modificações efetuadas na ferramenta Requisitos.Net, tais como o

enriquecimento da especificação dos requisitos e da automatização de alguns cadastros, mencionados no capítulo anterior, aumentaram ou não a satisfação dos usuários em relação a estas funcionalidades. Desta forma, conforme respostas da questão 8, ilustradas na Figura 7.3, considerando o conceito 1 como pouco satisfeito e o conceito 5 como muito satisfeito, observa-se que a maioria dos usuários apresentaram o conceito 1 para a ferramenta Gerenciador de Requisitos, demonstrando-se muito insatisfeitos, enquanto que a ferramenta Requisitos.Net obteve, da maioria dos usuários o conceito 4, representando que estão satisfeitos com as funcionalidades de cadastro apresentadas pela Requisitos.Net.

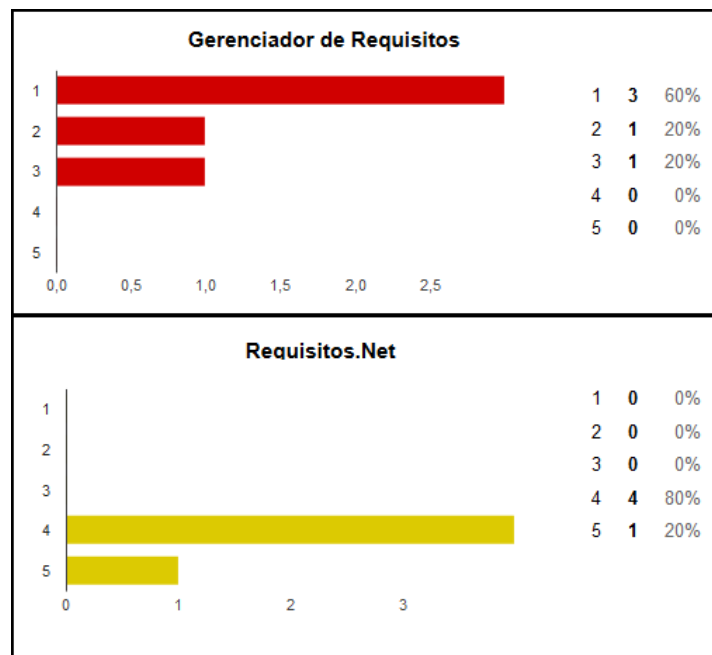


Figura 7.3 – Representação das respostas da questão 8, referentes ao enriquecimento da especificação e automatização de cadastros

Fonte: O Autor

No mesmo contexto da questão anterior, questionou-se aos usuários qual o nível de satisfação em relação à funcionalidade de cadastramento de elos entre requisitos, estórias e artefatos, visto que, melhorias foram implementadas na ferramenta Requisitos.Net em relação a ferramenta Gerenciador de Requisitos, tais como, identificação da relevância dos elos, julgada importante segundo respostas presentes na sessão 7.1, e criação de elos em lote, mencionada no capítulo anterior. Com base nas respostas da questão 9, presentes no Apêndice B, pode-se observar uma relação similar a questão anterior, em que a maioria dos usuários demonstraram-se insatisfeitos com a ferramenta Gerenciador de Requisitos e satisfeitos com a ferramenta Requisitos.Net, por conta disso, acredita-se que as modificações realizadas nas

funcionalidades contribuíram para o aumento da satisfação dos usuários em relação ao cadastramento de elos entre requisitos, estórias e artefatos.

Após análise das funcionalidades de cadastro e criação de elos entre requisitos, estórias, objetiva-se analisar a funcionalidade de análise de impacto de mudanças, uma das principais deficiências apontadas na utilização da ferramenta Gerenciador de Requisitos, mencionada no capítulo 3. Deste modo, questionou-se aos usuários a respeito do nível de satisfação em relação à funcionalidade de análise de impacto em modificações, tanto na ferramenta Gerenciador de Requisitos, quanto na ferramenta Requisitos.Net.

Com base nas respostas da questão 10, disponíveis no Apêndice B, pode-se observar que os usuários se mostram insatisfeitos com a funcionalidade apresentada na ferramenta Gerenciador de Requisitos, pois apresentaram o conceito 1 em uma relação de 1 a 5, enquanto que estão satisfeitos com a funcionalidade apresentada na ferramenta Requisitos.Net, visto que, a maioria dos usuários apresentaram o conceito 4 e 5 para a mesma relação. Por conta disso, questionou-se aos usuários se as informações disponíveis para analisar o impacto de modificações podem ser consideradas suficientes em cada um das ferramentas.

De acordo com as respostas da questão 11, presentes no Apêndice B, observa-se que todos os usuários não julgam suficientes as informações para análise de impacto em modificações presente na ferramenta Gerenciador de Requisitos, enquanto que, os usuários que utilizaram a funcionalidade de análise de impacto da ferramenta Requisitos.Net, julgam suficientes tais informações. Sendo assim, a Tabela 7.1 apresenta o resumo das respostas apresentadas pelos usuários em relação às ferramentas Gerenciador de Requisitos e Requisitos.Net.

<b>Questão</b>	<b>Gerenciador de Requisitos</b>	<b>Requisitos.Net</b>
Tempo para realização de tarefas	-	É mais rápida
Satisfação em relação ao cadastro de Requisitos, Estórias e Artefatos	Muito insatisfeito	Satisfeito
Satisfação em relação à criação de Elos	Insatisfeito	Satisfeito
Satisfação em relação à análise de impacto	Muito insatisfeito	Satisfeito
Informações suficientes para análise de impacto	Não	Sim

Tabela 7.1 – Resumo das respostas em relação às ferramentas

Fonte: O Autor



Desta forma, acredita-se que o modelo proposto para avaliar o impacto de modificações em requisitos, estórias e artefatos, é mais eficiente do que o modelo adotado na ferramenta Gerenciador de Requisitos, atualmente utilizada na empresa. Todavia, não se pode afirmar com segurança, visto que, conforme respostas da questão 13, presentes no Apêndice B, alguns usuários informaram que não exploraram esta funcionalidade na ferramenta Requisitos.Net e por conta disso, não possuem conhecimento suficiente para ter uma opinião formada.

Entretanto, pode-se observar que, as funcionalidades de cadastro e criação de elos entre requisitos, estórias e artefatos, são mais eficientes na ferramenta Requisitos.Net em relação a ferramenta Gerenciador de Requisitos. Deste modo, acredita-se que esta situação foi resultado do enriquecimento da especificação dos requisitos e da possibilidade de cadastramento e ligação de artefatos com estórias em lote, diminuindo consideravelmente o tempo dispensado para execução destas atividades.

Tais afirmações são confirmadas através de respostas presentes na questão 13, disponíveis no Apêndice B, em que os usuários comentam que *“A ferramenta Requisitos.Net demonstrou maior clareza nas informações apresentadas, bem como, o seu funcionamento mais ágil em relação a ferramenta utilizada atualmente”* e que na ferramenta Requisitos.Net *“não é necessário cadastrar artefatos manualmente. As tarefas de ligação e análise de impacto são executadas muito rapidamente”*. Além disso, conforme respostas da questão 12, presentes no Apêndice B, os usuários apontam que a ferramenta Requisitos.Net, em comparação com a ferramenta Gerenciador de Requisitos, apresenta informações mais precisas com relação à rastreabilidade histórica dos requisito desde a sua origem.

Contudo, devido ao número de usuários e pelo tempo de utilização, não se pode afirmar com certeza que a ferramenta Requisitos.Net adequa-se totalmente ao contexto de desenvolvimento da empresa Secullum Softwares. Não obstante, observa-se que as dificuldades apontadas na utilização da ferramenta Gerenciador de Requisitos, conforme capítulo 3, foram resolvidas na ferramenta Requisitos.Net, solucionando, desta maneira, a problemática abordada neste trabalho.

## 8 CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi desenvolvido um modelo de rastreabilidade de requisitos para a empresa Secullum Softwares. Este modelo foi construído levando em consideração o contexto ágil de desenvolvimento utilizado na empresa, que adota *Scrum*, em conjunto com o estudo envolvendo ferramentas disponíveis no mercado, a ferramenta atualmente utilizada na empresa, e a bibliografia relacionada às práticas de rastreabilidade de requisitos.

Neste contexto, o modelo tem por objetivo incorporar características relevantes da rastreabilidade de requisitos e solucionar as carências identificadas na ferramenta atualmente utilizada pela empresa, denominada Gerenciador de Requisitos. Dentre as principais deficiências na utilização da ferramenta, pode-se citar: a falta de opções para especificação dos requisitos, a demanda acentuada de tempo para execução das tarefas de cadastro e criação de elos entre estórias e artefatos, e a pobreza de informações no momento da análise de impacto de modificações em requisitos, estórias e artefatos.

Desta maneira, o modelo de rastreabilidade de requisitos proposto foi dividido em quatro partes, sendo a primeira delas correspondente aos cadastros de equipes, usuários e projetos, necessários no contexto da empresa. A segunda corresponde ao cadastro de requisitos, estórias e artefatos, visando enriquecer a especificação de requisitos e automatização de alguns cadastros. A terceira parte corresponde à criação de elos, em que se objetiva explicitar a relevância dos elos e criar elos em lote, aumentando a agilidade do processo. A quarta, e última parte, corresponde à análise de impacto em modificações, em que se busca reunir as informações atreladas a um objeto em uma única tela, facilitando a visualização dos elos.

Com base no modelo proposto, foi desenvolvida uma ferramenta, denominada Requisitos.Net, com o intuito de avaliar a adequação do modelo frente ao contexto da empresa. Sendo assim, a ferramenta foi disponibilizada para utilização em uma das equipes de desenvolvimento da empresa, durante um ciclo de desenvolvimento *Sprint*. Ao término do mesmo, um questionário foi aplicado com os usuários, a fim de avaliar suas percepções em relação ao modelo e à ferramenta propostos.

A partir da análise do questionário, pode-se verificar que a funcionalidade de análise de impacto em modificações foi bem aceita pelos usuários da ferramenta Requisitos.Net, todavia, a funcionalidade necessita de um período mais longo de utilização, para que seja possível avaliar sua eficiência no contexto de desenvolvimento analisado. Isso se mostra

relevante, visto que a análise de impacto em modificações é uma prática pouco explorada pela empresa atualmente. Entretanto, entende-se que esta funcionalidade tem potencial de utilização no contexto da empresa, principalmente no momento das reuniões de abertura de *Sprint*, conforme mencionado no capítulo 2.

No entanto, pela avaliação da nova ferramenta, há evidências de que a mesma solucionou as deficiências apontadas na especificação de requisitos. Um possível motivo para esta situação são as definições de características dos requisitos e a disponibilização de espaço para anexar documentos de especificação, os quais são acessíveis de qualquer lugar, caso o usuário necessitar. Porém, entende-se que devido ao tempo limitado para avaliação da ferramenta, é possível que algumas necessidades não tenham sido identificadas pelos usuários.

Também foi percebido que, as carências apresentadas na Gerenciador de Requisitos, em relação ao tempo para execução das atividades de cadastro e criação de elos entre estórias e artefatos, foram resolvidas na ferramenta Requisitos.Net. Isto se dá devido à integração com o software de controle de repositório SVN, que permite que os artefatos sejam criados automaticamente junto à criação de elos entre requisitos e artefatos. Dessa forma, esta tarefa passou a ser realizada de maneira simplificada, sem a necessidade de repetição de procedimentos.

Do ponto de vista da empresa, obteve-se satisfação tanto em relação ao modelo quanto ao sistema propostos, visto que foi desenvolvida uma ferramenta que soluciona as dificuldades apresentadas pela que atualmente utilizam. Além disso, novas funcionalidades para controle de rastreabilidade dos requisitos foram disponibilizadas, o que, além de adequar a ferramenta para atender os resultados esperados com a implementação do CMMI, oportuniza o gerenciamento de aspectos importantes do contexto de rastreabilidade de requisitos ainda inexplorados no processo atual.

Como sugestão para trabalhos futuros, algumas características podem ser incorporadas ao modelo, tais como a integração com outras ferramentas de controle de repositório, tornando o modelo mais genérico, e a disponibilização das informações modificadas em cada artefato de código, enriquecendo, desta maneira, a funcionalidade de análise de impacto de mudanças.

De uma maneira geral, o objetivo deste trabalho foi alcançado, através do desenvolvimento do modelo e por consequência, da ferramenta, solucionando a problemática da empresa em relação à rastreabilidade de requisitos. Portanto, acredita-se que o modelo

proposto neste trabalho, além de atender às demandas da Secullum Softwares, pode servir de ponto de partida em estudos futuros referentes à execução das atividades de rastreabilidade de requisitos em empresas que adotam as práticas do *Scrum* em equipes de desenvolvimento.

## BIBLIOGRAFIA

Desenvolvimento Ágil (2014), **Scrum**, Disponível em <http://desenvolvimentoagil.com.br/scrum/> Acesso em: 31 Out. 2014.

ESQUIVEL, Marcus Vinícius e SPINOLA, Rodrigo. **Rastreabilidade de Requisitos: Conhecendo a ferramenta Enterprise Architect e seu apoio à rastreabilidade**. ed. 52. Engenharia de Software Magazine, 2012. 7p.

FALBO, R. de Almeida. **Engenharia de Requisitos de Software**. Espirito Santo: UFES, 2012. 179 p.

GENVIGIR, Elias Canhadas. **Um modelo para rastreabilidade de requisitos de software baseado em generalização de elos e atributos**. São José dos Campos: INPE, 2009. 203p.

IBM (2014). Disponível em [http://www.ibm.com/developerworks/downloads/r/rp/?S\\_CMP=RRP&S\\_CMP=rnav&S\\_CMP=rnav](http://www.ibm.com/developerworks/downloads/r/rp/?S_CMP=RRP&S_CMP=rnav&S_CMP=rnav). Acesso em: 02 Nov. 2014.

INCOSE (2014). Disponível em <http://www.incose.org/>. Acesso em: 06 Nov. 2014.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. 5.ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2002. 843p.

PRODANOV, Cleber Cristiano e DE FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2.ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277p.

SAYÃO, Miriam e LEITE, Julio Cesar Sampaio do Prado. **Rastreabilidade de Requisitos**. Rio de Janeiro: PUC, 2005. 30p.

SEI. CMMI® for Development, Version 1.3: **Improving processes for developing better products and services**. BadFord: Carnegie Mellon, 2010. 482p.







11. **Você considera que as informações disponíveis para analisar o impacto de modificações em requisitos são suficientes? \***

*Marcar apenas uma oval por linha.*

	Sim	Não	Não sei opinar
Gerenciador de requisitos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Requisitos.Net	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. **Na sua opinião, comparando a ferramenta Gerenciador de Requisitos com a ferramenta Requisitos.Net, qual delas apresenta informações mais precisas com relação à rastreabilidade histórica do requisito desde a sua origem: \***

*Marque todas que se aplicam.*

- Gerenciador de Requisitos  
 Requisitos.Net

13. **Que outras considerações você pode mencionar em relação às ferramentas Gerenciador de Requisitos e Requisitos.Net?**

---

---

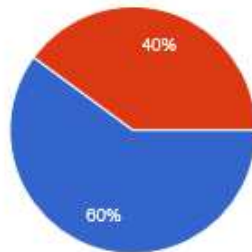
---

---

---

## APÊNDICE B – RESPOSTAS DO QUESTIONÁRIO SOBRE A FERRAMENTA REQUISITOS.NET

### Qual a sua função dentro da equipe?



Programador	3	60%
Testador	2	40%

### Na sua concepção, o que é rastreabilidade de requisitos?

É uma forma de consultar e analisar o impacto das tarefas realizadas sobre os artefatos.

É uma maneira de visualizar o impacto de uma alteração em outros pontos do sistema.

Estes "outros pontos" podem ser artefatos (código, casos de teste, etc) ou requisitos.

É uma maneira de identificar pontos do sistema afetados por alterações no sistema, auxiliando a identificar a origem de erros e auxiliando a analisar o impacto de alterações e correções futuras.

É a possibilidade de mapear requisitos funcionais e não funcionais de um software, fazendo assim a ligação entre eles e identificando o impacto que um requisito pode causar em determinada funcionalidade.

Permitir que de alguma forma seja possível ligar requisições de mudanças de sistema desde o seu nível de análise até os artefatos de código fonte modificados para atender a alteração, bem como sua relevância com outros requisitos anteriores.

### Você já utilizou outras ferramentas para execução de atividades de rastreabilidade de requisitos? Quais?

A ferramenta gerenciador de requisitos da Secullum. Jira para trabalhos universitários.

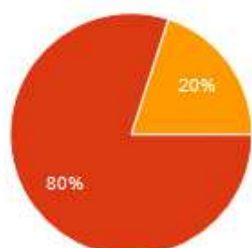
Não utilizei outras ferramentas "valendo", mas já fiz testes com o TFS e o Redmine.

Sim. Utilizei uma ferramenta desenvolvida pela própria empresa.

Apenas a ferramenta Gerenciador de Requisitos

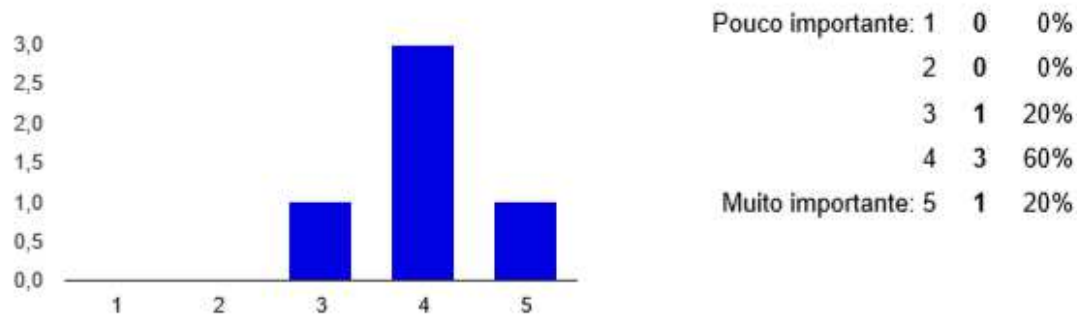
Sim. A ferramenta própria da Secullum.

### Você considera que as atividades de rastreabilidade de requisitos:

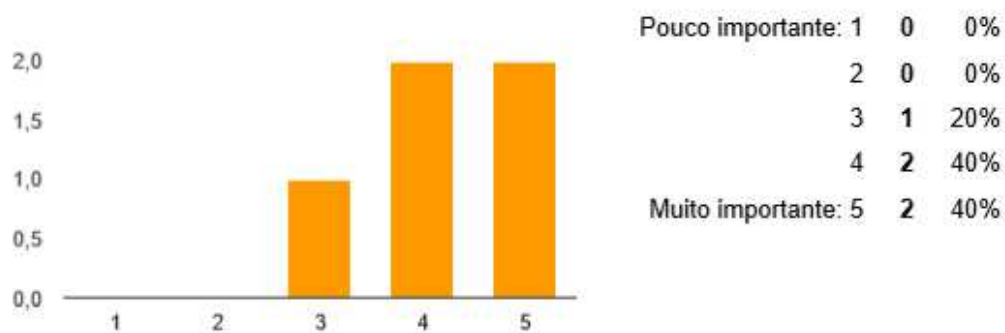


Não afetam seu trabalho	0	0%
Afetam parcialmente seu trabalho	4	80%
Afetam seu trabalho	1	20%
Afetam significativamente seu trabalho	0	0%

**Na sua concepção, dentro do contexto de rastreabilidade de requisitos, qual a importância de identificar a relevância na ligação entre requisitos e estórias?**

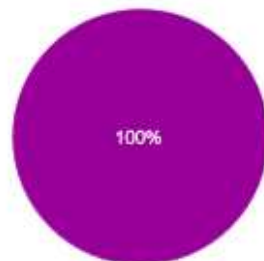


**No mesmo contexto da questão anterior, qual a importância de vincular documentos (desenhos de tela, emails de clientes, esboços, etc) a requisitos?**



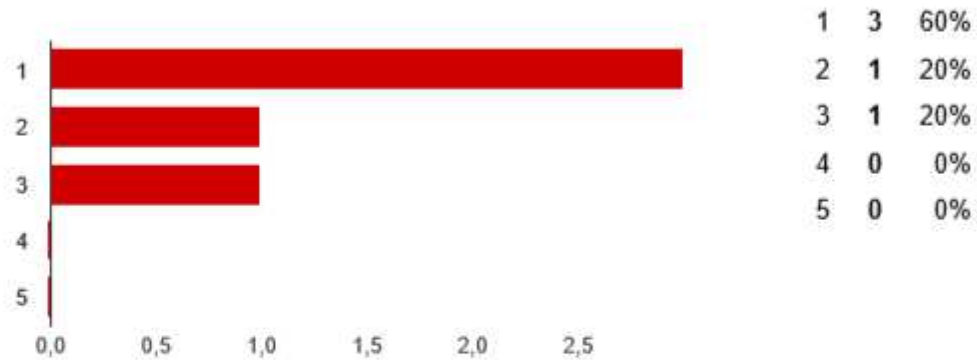
### **Comparação da ferramenta Gerenciador de Requisitos com a ferramenta Requisitos.Net**

**Em relação ao tempo dispensado para a realização de atividades de rastreabilidade, a ferramenta Requisitos.Net:**



É mais demorada em relação à ferramenta Gerenciador de Requisitos	0	0%
É um pouco mais demorada em relação à ferramenta Gerenciador de Requisitos	0	0%
É semelhante à ferramenta Gerenciador de Requisitos	0	0%
É um pouco mais rápida em relação à ferramenta Gerenciador de Requisitos	0	0%
É mais rápida em relação à ferramenta Gerenciador de Requisitos	5	100%

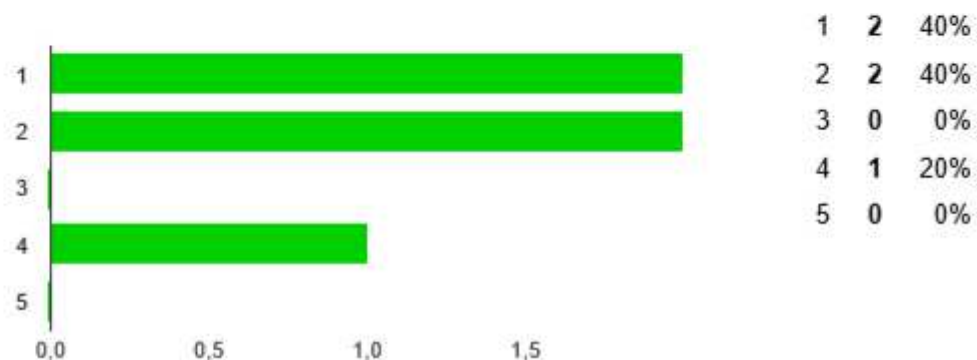
**Gerenciador de Requisitos [Qual seu nível de satisfação em relação ao cadastro de requisitos, estórias e artefatos, quanto aos dados registrados e quanto à agilidade de cadastramento? Considere 1 para Pouco satisfeito e 5 para Muito satisfeito.]**



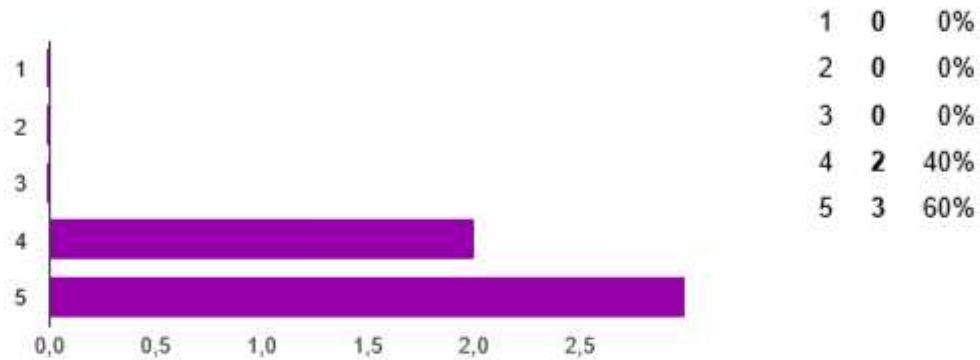
**Requisitos.Net [Qual seu nível de satisfação em relação ao cadastro de requisitos, estórias e artefatos, quanto aos dados registrados e quanto à agilidade de cadastramento? Considere 1 para Pouco satisfeito e 5 para Muito satisfeito.]**



**Gerenciador de Requisitos [Qual seu nível de satisfação em relação a criação de elos entre requisitos, estórias e artefatos, quanto aos dados registrados e quanto à agilidade de cadastramento? Considere 1 para Pouco satisfeito e 5 para Muito satisfeito.]**



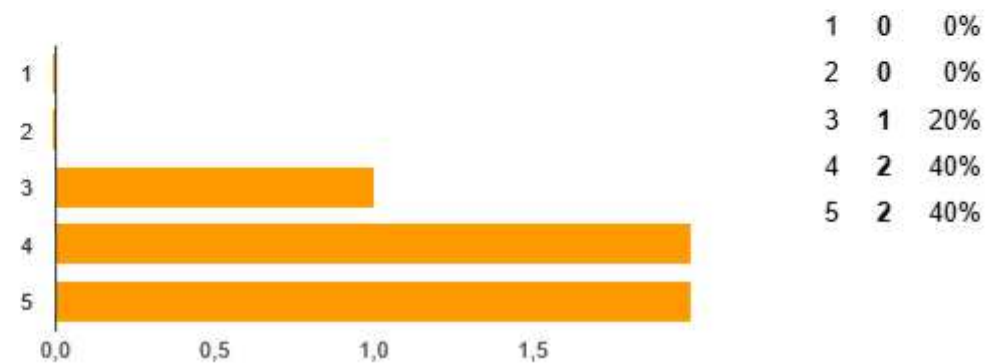
**Requisitos.Net [Qual seu nível de satisfação em relação a criação de elos entre requisitos, estórias e artefatos, quanto aos dados registrados e quanto à agilidade de cadastramento? Considere 1 para Pouco satisfeito e 5 para Muito satisfeito.]**



**Gerenciador de requisitos [Qual seu nível de satisfação em relação à funcionalidade de análise de impacto presente na ferramenta, quanto à agilidade e clareza das informações? Considere 1 para Pouco satisfeito e 5 para Muito satisfeito.]**



**Requisitos.Net [Qual seu nível de satisfação em relação à funcionalidade de análise de impacto presente na ferramenta, quanto à agilidade e clareza das informações? Considere 1 para Pouco satisfeito e 5 para Muito satisfeito.]**



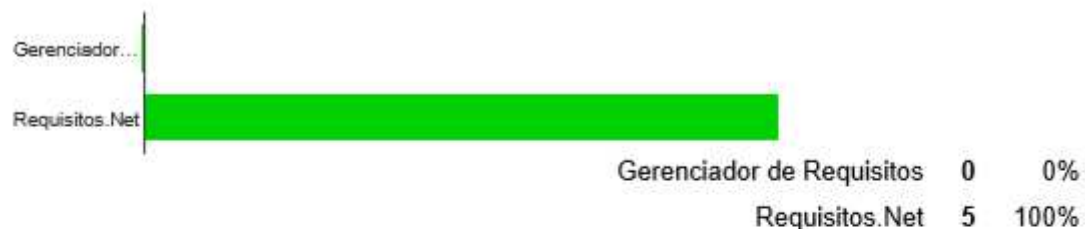
**Gerenciador de requisitos [Você considera que as informações disponíveis para analisar o impacto de modificações em requisitos são suficientes?]**



**Requisitos.Net [Você considera que as informações disponíveis para analisar o impacto de modificações em requisitos são suficientes?]**



**Na sua opinião, comparando a ferramenta Gerenciador de Requisitos com a ferramenta Requisitos.Net, qual delas apresenta informações mais precisas com relação à rastreabilidade histórica do requisito desde a sua origem:**



**Que outras considerações você pode mencionar em relação às ferramentas Gerenciador de Requisitos e Requisitos.Net?**

A ferramenta Requisitos.Net demonstrou maior clareza nas informações apresentadas, bem como, o seu funcionamento mais ágil em relação à ferramenta utilizada atualmente.

Gerenciador de Requisitos: leva muito tempo para cadastrar e ligar os artefatos às estórias.

Requisitos.Net: não é necessário cadastrar os artefatos manualmente. As tarefas de ligação e análise de impacto são executadas muito rapidamente. A ferramenta é bastante intuitiva.

Na questão "Qual seu nível de satisfação em relação à funcionalidade de análise de impacto presente na ferramenta, quanto à agilidade e clareza das informações? Considere 1 para Pouco satisfeito e 5 para Muito satisfeito" Não tenho conhecimento suficiente da função para ter uma opinião formada.