



UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
CENTRO DE INFORMÁTICA
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

REGINALDO DOMINGOS DOS SANTOS JÚNIOR

**UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FERRAMENTAS DE
GERENCIAMENTO DE REQUISITOS**

Recife
2018

REGINALDO DOMINGOS DOS SANTOS JÚNIOR

UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DE REQUISITOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Sistemas de Informação, do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Sistemas de Informação.

Orientadora: Profa. Carla Taciana Lima Lourenço

Recife
2018

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus por me proporcionar força e perseverança, não só neste trabalho, mas em toda a vida, mantendo-me firme diante dos obstáculos.

Agradeço a minha família, em especial a minha mãe, Leoneide da Silva, por ter me dado todo o apoio emocional e espiritual, por ter me incentivado a vida toda a buscar uma vida melhor através dos estudos, e por ser o maior referencial de força e determinação que eu poderia ter. Ao meu pai, Reginaldo Domingos, por apoiar as minhas escolhas. Aos meus irmãos, Rielison Domingos e Rivaldo Domingos, por estarmos sempre juntos e apoiando um ao outro. A minha querida prima e melhor amiga, Beatriz Nascimento, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida. E a todos os meus amigos e parentes por todo amor, compreensão, apoio, carinho e dedicação dados a mim.

A minha orientadora, Carla Taciana, por todo apoio, paciência, prontidão e dedicação dados a mim para realizar esse trabalho. Sua ajuda foi fundamental.

E a todos meus colegas de graduação, pelos anos de companheirismo em sala de aula, em especial ao Renato Arruda, a Rayane Melisa, a Rayanne Rosa e a Wandecleya Martins.

*“Só se pode alcançar um grande êxito
quando nos mantemos fiéis a nós mesmos.”*

Friederich Nietzsche

Resumo

O Gerenciamento de Requisitos é composto por um conjunto de atividades que auxiliam a equipe de projetos a identificar, controlar e rastrear requisitos, bem como as mudanças que surgem no decorrer do projeto. Com objetivo de apoiar as atividades do gerenciamento de requisitos, algumas ferramentas de suporte surgiram. Sendo assim, este trabalho tem o objetivo de realizar uma comparação entre ferramentas de Gerenciamento de Requisitos, para ajudar analistas e interessados em Engenharia de Requisitos a escolher a ferramenta mais adequada às suas necessidades.

Palavras-chave: Gerenciamento de Requisitos. Ferramentas de gerenciamento de requisitos. Análise comparativa.

Abstract

Requirements Management is comprised of a set of activities that assist the project team in identifying, controlling, and tracking requirements as well as the changes that arise during the course of project development. In order to support requirements management activities, some support tools have emerged. Therefore, this work has the objective of providing a comparison among tools for Requirements Management, to help analysts and interested in Requirements Engineering to choose the most suitable tool to support their needs.

Key words: Requirements Management. Requirements Management Tools. Comparative analysis.

Lista de ilustrações

Figura 1: Atividades da Gerência de Requisitos.....	17
Figura 2: Gerenciamento de Mudança.....	18
Figura 3: ISO/IEC 9126-1.....	21
Figura 4: Estrutura da ISO/IEC 12119.....	22
Figura 5: Distribuição dos atributos e subcaracterísticas de uma característica.....	22
Figura 6: Distribuição dos pontos.....	24
Figura 7: Tabela de comparação das ferramentas.....	24
Figura 8: Tela Inicial da versão <i>Trial</i> da Visure Requirements.....	34
Figura 9: Tela de controle de Requisitos da Visure Requirements.....	34
Figura 10: Tela de Rastreabilidade de Requisitos da Visure Requirements.....	35
Figura 11: Tela Inicial da versão <i>Trial</i> da Modern Requirements.....	36
Figura 12: Tela de Rastreabilidade de Requisitos da Moder Requirements.....	37
Figura 13: Tela de controle de Requisitos da Modern Requirements.....	37
Figura 14: Tela Inicial da versão <i>Trial</i> da Jama.....	38
Figura 15: Tela de controle de Requisitos da Jama.....	39
Figura 16: Tela de Rastreabilidade de Requisitos da Jama.....	39
Figura 17: Tela Inicial da versão <i>Trial</i> da Spira.....	40
Figura 18: Tela de controle de Requisitos da Spira Team.....	40
Figura 19: Tela de Rastreabilidade de Requisitos da Spira Team.....	41

Lista de tabelas

Tabela 1: Comparativo das ferramentas.....	27
Tabela 2: Notas de avaliação.....	31
Tabela 3: Critérios para comparação funcional das ferramentas.....	31
Tabela 4: Análise da Ferramenta Visure Requirements.....	41
Tabela 5: Análise da Ferramenta Modern Requirements.....	43
Tabela 6: Análise da Ferramenta Jama Software.....	44
Tabela 7: Análise da Ferramenta Spira Team.....	45
Tabela 8: Comparação das ferramentas.....	46

Lista de abreviaturas e siglas

ER	Engenharia de Requisitos
GR	Gerenciamento de Requisitos
ISO	International Organization for Standardization
IEC	International Electrotechnical Commission
UML	Linguagem de Modelagem Unificada
WEB	World Wide Web
CMMI	Capability Maturity Model Integration

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo geral	12
1.1.2 Objetivos específicos	12
1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 ENGENHARIA DE REQUISITOS	14
2.1.1 Requisitos	15
2.2 GERENCIAMENTO DE REQUISITOS	16
2.2.1 Gerenciamento de Mudanças	17
2.2.2 Gerenciamento de Rastreabilidade	19
2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
3 TRABALHOS RELACIONADOS	20
3.1 ESTUDO COMPARATIVO ENTRE FERRAMENTAS DE GERÊNCIA DE REQUISITOS	20
3.2 SELECTING APPROPRIATE REQUIREMENTS MANAGEMENT TOOL FOR DEVELOPING SECURE ENTERPRISES SOFTWARE	25
3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E ANÁLISE DAS FERRAMENTAS	28
4.1 REQUISITOS DE FERRAMENTAS	28
4.2 CRITÉRIOS PARA COMPARAÇÃO	30
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	31
5 FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DE REQUISITOS	33
5.1 FERRAMENTAS SELECIONADAS	33
5.1.1 Visure Requirements	34
5.1.2 Modern Requirements 4TFS	36
5.1.3 Jama Connect	38
5.1.4 Spira Team	40
5.2 ANÁLISE DAS FERRAMENTAS	42
5.2.1 Visure Requirements	42
5.2.2 Modern Requirements 4TS	44
5.2.3 Jama Connect	45
5.2.4 Spira Team	46
5.3 COMPARAÇÃO DAS FERRAMENTAS	47

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	10
CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49
	50

1 INTRODUÇÃO

Segundo Sommerville (2010), o gerenciamento de requisitos é um processo para compreender e controlar as mudanças dos requisitos do sistema. Esse processo inclui o planejamento de gerenciamento, no qual políticas e procedimentos de gerenciamento de requisitos são projetados. No gerenciamento de mudanças, as mudanças de requisitos propostas devem ser analisadas e seu impacto deve ser avaliado.

Para que o gerenciamento de requisitos ocorra, é necessário que haja um planejamento desse gerenciamento. Durante esse período, é necessário que haja (Sommerville, 2010):

- **Identificação de requisitos:** todo requisito deve possuir uma identificação única para que ele possa ser relacionado com outros requisitos e possa ser usado nas avaliações de rastreabilidade;
- **Processo de gerenciamento de mudanças:** consiste em um conjunto de atividades que avaliam o impacto e o custo das mudanças;
- **Políticas de rastreabilidade:** definem o relacionamento dos requisitos entre si e entre requisitos e artefatos de projeto do sistema;
- **Apoio de ferramentas CASE:** as ferramentas que podem ser utilizadas variam desde sistemas especializados no gerenciamento de requisitos até planilhas e sistemas simples de banco de dados.

Em todos os estágios do desenvolvimento de sistemas, novos requisitos surgem e mudanças podem ocorrer nos que já existem, segundo Kotonya e Sommerville (1998, p.113).

Aos requisitos estão associados os principais problemas do desenvolvimento de software. Requisitos que não refletem as reais necessidades dos usuários, incompletos e/ou inconsistentes, mudanças em requisitos já acordados e a dificuldade para conseguir um entendimento comum entre usuários e desenvolvedores são as principais dificuldades relatadas, provocando retrabalho, atrasos no cronograma, custos ultrapassados e a insatisfação dos clientes e usuários de software (BLASCHEK, 2002, p.1).

Com o objetivo de apoiar o Gerenciamento de Requisitos, foram surgindo algumas ferramentas. Entre elas, algumas ferramentas gratuitas e outras pagas, para dar suporte e apoio nas atividades. O presente trabalho visa, portanto, realizar uma comparação entre ferramentas que auxiliam o gerenciamento de requisitos, através de critérios que terão como base as suas principais características funcionais, ou seja, requisitos essenciais de uma ferramenta com tais propósitos, segundo alguns autores. Serão considerados, também, critérios de avaliação encontrados em estudos já realizados, para que sirvam de complemento na realização da comparação das ferramentas, podendo, assim, orientar os interessados em engenharia de requisitos na escolha da ferramenta mais adequada às suas necessidades.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste Trabalho de Graduação é fazer uma análise comparativa entre ferramentas de Gerenciamento de Requisitos. Tal comparação deve servir de apoio, aos interessados no assunto, na escolha de uma ferramenta que possa auxiliar nas atividades de Gerenciamento de Requisitos.

1.1.2 Objetivos específicos

O trabalho busca realizar uma comparação entre algumas das principais ferramentas disponíveis no mercado, realizando a identificação de suas principais vantagens. Sendo assim, os objetivos específicos deste trabalho são:

- Estudar conceitos relacionados ao Gerenciamento de Requisitos;
- Analisar as principais ferramentas disponíveis no mercado;
- Selecionar e definir os critérios de avaliação das ferramentas;
- Realizar análise e comparação entre as ferramentas.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em 5 capítulos, e sua estrutura está dividida da seguinte forma:

- **Capítulo 2 - Fundamentação Teórica:** Contém a definição sobre Engenharia de Requisitos. Também define o que é um requisito e suas principais características, além das principais atividades do gerenciamento de requisitos.
- **Capítulo 3 - Trabalhos Relacionados:** Contém trabalhos que também realizaram uma análise comparativa entre ferramentas de gerenciamento de requisitos. Neles foram observados os métodos e critérios usados para a avaliação das ferramentas.
- **Capítulo 4 - Critérios de Avaliação:** Define quais serão os critérios considerados para realizar a análise comparativa.
- **Capítulo 5 - Ferramentas de Gerenciamento de Requisitos:** Lista as ferramentas selecionadas e é realizada a análise comparativa entre elas, de acordo com os critérios definidos.
- **Capítulo 6 - Conclusão:** Apresenta a conclusão do trabalho e possíveis trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta a base teórica que serve como apoio para direcionar as análises e as reflexões finais para realização do presente trabalho.

2.1 ENGENHARIA DE REQUISITOS

A Engenharia de Requisitos (ER) é um dos processos da Engenharia de Software voltado à criação e à manutenção do documento de requisitos de sistema (SOMMERVILLE, 2010). Zave (1997) afirma que a Engenharia de Requisitos está relacionada à identificação das metas a serem atingidas pelo sistema a ser desenvolvido, assim como à operacionalização dessas metas em serviços e restrições.

Thayer e Dorfman (2000) estabelecem a Engenharia de Requisitos como a ciência e disciplina preocupada com a análise e a documentação dos requisitos, analisando e especificando os requisitos. A ER possui, ainda, mecanismos adequados para facilitar as atividades de análise, documentação e verificação.

O IEEE (1984) define que a ER é um processo de obtenção, refinamento e verificação das necessidades do cliente para o desenvolvimento de um software, que tem por finalidade especificar de forma completa e correta os requisitos. Para tal, a ER possui algumas atividades essenciais para entender o que o cliente realmente deseja do software, qual o impacto que este terá dentro do negócio e como será a interação dos usuários finais após a entrega do produto (PRESSMAN, 2006).

Para Pressman (2006), a ER envolve sete funções, que são: concepção, levantamento, elaboração, negociação, especificação, validação e gestão. Já Sommerville (2007) acredita que existam quatro atividades básicas de alto nível, sendo estas o estudo de viabilidade do sistema, a obtenção e a análise de requisitos, a especificação de requisitos com as suas devidas documentação e validação. Na maioria dos projetos, os requisitos sofrem mudanças e, por isso, o autor também cita, separadamente, o Gerenciamento de Requisitos (GR) como uma das atividades do processo de ER.

2.1.1 Requisitos

Antes de definir o Gerenciamento de Requisitos, é importante entender e saber o que é um requisito. Para tanto, foram coletadas definições tais como compreendidas por alguns autores da área.

Thayer e Dorfmann (2000) definem que requisito é uma característica do software necessária para que o usuário e/ou cliente possa encontrar a solução de um problema de forma a atingir um objetivo.

Por sua vez, Sommerville (2010) expressa que requisitos de um sistema são descrições dos serviços fornecidas pelo sistema e as suas restrições operacionais. Os requisitos demonstram as necessidades de um cliente de um sistema que ajuda a resolver um determinado problema, como controlar um dispositivo, enviar um pedido ou encontrar informações.

Goguem (1997) acrescenta que requisitos são propriedades que um software deve ter para funcionar com êxito no ambiente em que for utilizado. Já Sommerville (2010) define os requisitos de acordo com os diferentes níveis de descrição dos requisitos:

- **Requisitos do Usuário:** declaração em linguagem natural para designar os requisitos abstratos de alto nível. Também podem ser utilizados diagramas para mostrar as funções que o sistema deverá oferecer e as restrições de operação. É direcionado para pessoas que não possuem conhecimento técnico detalhado do sistema, como gerentes do cliente e fornecedores;
- **Requisitos de Sistema:** detalham as funções e as restrições do sistema, sendo conhecido como especificação de requisitos de sistema. Deve ser preciso a ponto de servir de contrato entre o comprador e o desenvolvedor. É direcionado para os profissionais técnicos de nível sênior e os gerentes de projetos, mas poderá ser usado pelos gerentes do cliente, fornecedores e usuários finais;
- **Especificação de projeto de software:** descrição abstrata do projeto de software, acrescentando mais detalhes à especificação de requisitos de

sistema. É direcionado à implementação, sendo escrito para os engenheiros de software que irão desenvolver o sistema.

Os requisitos de sistema de software são classificados, ainda de acordo com Sommerville (2010), em requisitos funcionais, não funcionais ou de domínio.

Requisitos funcionais são as atividades que o sistema deve fornecer, como o sistema deve reagir a determinadas entradas específicas e também verifica o comportamento do sistema em determinadas situações;

Requisitos não funcionais especificam as restrições sobre as atividades e funções fornecidas pelo sistema como de tempo; do processo de desenvolvimento; padrões e de qualidades gerais de um software, como custo, manutenibilidade, confiabilidade, usabilidade, desempenho, portabilidade e entre outras;

Requisitos de domínio são originados do domínio da aplicação do sistema e refletem as características desse domínio, podendo ser requisitos funcionais ou não funcionais.

2.2 GERENCIAMENTO DE REQUISITOS

Gerenciar os requisitos em constante mudança ao longo do ciclo de vida de desenvolvimento de software é fundamental para o desenvolvimento de uma solução bem-sucedida, que atenda às necessidades dos usuários e seja desenvolvida dentro do prazo e do orçamento.

Um aspecto crucial do gerenciamento eficaz de requisitos é a comunicação de requisitos a todos os membros da equipe durante todo o ciclo de vida. De fato, o gerenciamento de requisitos beneficia todos os envolvidos, usuários finais, gerentes de projeto, desenvolvedores e testadores, garantindo que eles sejam continuamente informados sobre o status dos requisitos e compreendam o impacto das mudanças nestes.

Machado (2011) descreve as práticas executadas para alcançar a meta do gerenciamento de requisitos, sendo estas: compreender os requisitos, obter comprometimento com os requisitos, gerenciar mudanças nos requisitos, manter

rastreabilidade bilateral dos requisitos, identificar resistências entre os resultados do projeto e os requisitos.

Wiegiers e Beatty (2013) aponta que o processo de gerenciamento de requisitos deve incluir as seguintes atividades: controle de mudanças, controle de versão, acompanhamento do estado dos requisitos e rastreamento de requisitos como pode ser visto na imagem abaixo.



Figura 1 – Atividades da Gerência de Requisitos

Fonte: Adaptado de Wiegiers e Beatty (2013).

Para Kotonya e Sommerville (1998, p.114), os principais objetivos do gerenciamento de requisitos são:

- Gerenciar mudanças para requisitos acordados;
- Gerenciar o relacionamento entre requisitos;
- Gerenciar as dependências entre documentos de requisitos e outros documentos produzidos no processo de Engenharia de Software.

2.2.1 Gerenciamento de Mudanças

O gerenciamento de mudanças está relacionado aos procedimentos, processos e padrões que são usados para gerenciar mudanças nos requisitos do sistema (KOTONOYA; SOMMERVILLE, 1998, p. 116). Essas mudanças podem ocorrer por diversos fatores. Alguns deles são:

- Erros, conflitos e inconsistência dos requisitos;

- Envolvimento do cliente;
- Problemas relacionados à técnica, cronograma e gastos;
- Mudança de prioridade dos clientes;
- Mudanças no ambiente onde funcionará o sistema;
- Mudanças organizacionais.

Segundo Sommerville (2010), após a aprovação do documento de requisitos, o gerenciamento de mudança de requisitos (Figura 2) deve ser aplicado a todas as mudanças propostas aos requisitos. O gerenciamento de mudanças é essencial, pois é necessário decidir se os benefícios da implantação de novos requisitos justificam os custos de implementação.

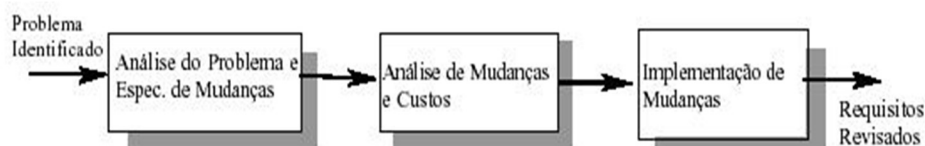


Figura 2 – Gerenciamento de Mudanças

Fonte: Sommerville (2010).

Ainda segundo Sommerville (2010), existem três principais atividades em um processo de gerenciamento de mudança, como representado pela Figura 2:

1. Análise de problema e especificação de mudanças. Neste estágio é analisado o problema ou a proposta de mudança a fim de verificar sua viabilidade;
2. Análise de mudança e custos. É analisado as mudanças propostas e realizadas as rastreabilidades para que se tome conhecimento da quantidade de requisitos a ser afetado. Assim, o custo da mudança é estimado;
3. Implementação de mudanças. Uma série de alterações ou uma nova versão do documento de requisitos é produzida.

Para que a gerência de mudança não se torne uma parte crítica do processo, é realizada a análise de impacto que as mudanças causam no resto do sistema. Para

resolver esse problema, existe o conceito de rastreabilidade, que une as informações para possibilitar a análise de impacto.

2.2.2 Gerenciamento de Rastreabilidade

A rastreabilidade de requisitos é de grande importância no processo de desenvolvimento de software, visto que mudanças de diversos fatores podem ocorrer no ciclo de vida do projeto.

Os *stakeholders* são as principais fontes das mudanças, por, naturalmente, não enxergarem com clareza o que realmente desejam no início do projeto. Com o passar do desenvolvimento dos projetos, novas ideias e funcionalidades são descobertas. Com a rastreabilidade de requisitos, é possível ter um maior controle dessas mudanças, bem como a identificação, o controle dos impactos e a tomada de decisão.

Wieggers e Beatty (2013) entendem que requisitos excelentes devem ser rastreáveis. Para que eles sejam rastreáveis, cada um deve ser rotulado de forma única e persistente, para que se possa consultá-lo de maneira inequívoca durante o projeto.

2.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo abordou a Engenharia de Requisitos e a definição do que é um requisito, para que possa ter como objetivo a definição do processo da Gerenciamento de Requisitos. Também foi possível descrever o gerenciamento de mudanças, bem como a questão da rastreabilidade.

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo, serão abordados os trabalhos que também realizaram uma análise comparativa entre ferramentas de gerenciamento de requisitos. Esses trabalhos também foram usados para identificar métodos e critérios usados nas avaliações.

3.1 ESTUDO COMPARATIVO ENTRE FERRAMENTAS DE GERÊNCIA DE REQUISITOS

No trabalho de conclusão de curso de Ciência da Computação de Ananias (2009), pela Universidade Federal de Pernambuco, as seguintes ferramentas foram comparadas: Jeremia¹, OSRMT², Tiger Pro³ e Xuse⁴.

Na construção de seu trabalho, foram observadas as normas internacionais de qualidade, a fim de selecionar os critérios de comparação. O autor do referido trabalho se baseou nos padrões de qualidade da ISO/IEC, tendo Koscianski et al. (1999) como referência, que expôs os modelos de qualidade de produto de software e onde foram vistas as normas relacionadas com a avaliação de produtos de software.

Das normas da ISO/IEC observadas, três abordam a qualidade do produto de software, segundo o trabalho de graduação mencionado. Dentre as três, a ISO/IEC 9126, relacionada às características de qualidade de produto de software, está dividida em quatro partes:

- ISO/IEC 9126-1 – Modelo de Qualidade;
- ISO/IEC 9126-2 – Métricas Externas;
- ISO/IEC 9126-3 – Métricas Internas;
- ISO/IEC 9126-4 – Métricas de Qualidade em Uso.

¹ Mais informações sobre a ferramenta, disponíveis em: <https://sourceforge.net/projects/jeremia/>.

² Mais informações sobre a ferramenta, disponíveis em: <https://sourceforge.net/projects/osrmt/>.

³ Mais informações sobre a ferramenta, disponíveis em: <https://sourceforge.net/projects/tiger/>.

⁴ Mais informações sobre a ferramenta, disponíveis em: <https://sourceforge.net/projects/xuse/>.

A ISO/IEC 9126-1 – Modelo de Qualidade apresenta seis características com suas subcaracterísticas para o modelo de qualidade de produto de software, como demonstra a Figura 3:

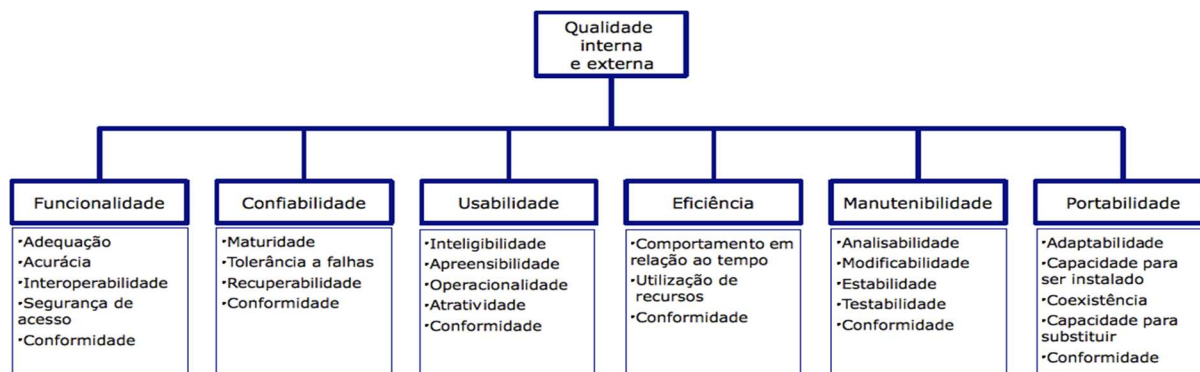


Figura 3 – ISO/IEC 9126-1

Fonte: Ananias (2009).

A ISO/IEC 9126-2 – Métricas Externas, a segunda parte da ISO, define métricas externas para fazer a medição de qualidade das características e subcaracterísticas da primeira parte da norma.

A ISO/IEC 9126-3 – Métricas Internas diz respeito às medições diretas ou indiretas de um produto de software, levando em consideração suas próprias características internas, sem que haja necessidade da execução do sistema.

A ISO/IEC 9126-4 – Métricas de Qualidade em Uso diz respeito à definição de métricas de qualidade em uso, ou seja, valida a qualidade do produto em ambientes e tarefas comuns ao usuário.

A ISO/IEC 14598 é a norma que permite uma avaliação padronizada das características de qualidade de um software. Diferente da ISO/IEC 9126, esta norma descreve detalhes mínimos, que incluem modelos para relatórios de avaliação, técnicas para medir as características, documentos necessários para avaliação e fases da avaliação.

A ISO/IEC 12119 é utilizada na avaliação de pacotes de software do jeito que são liberados para o mercado. Além de estabelecer requisitos para esse tipo de software, a norma provê instruções para o teste dos pacotes. Pacote de software é a expressão utilizada para referenciar o conjunto completo e documentado de programas fornecidos aos usuários. A Figura 4 apresenta a estrutura da norma.

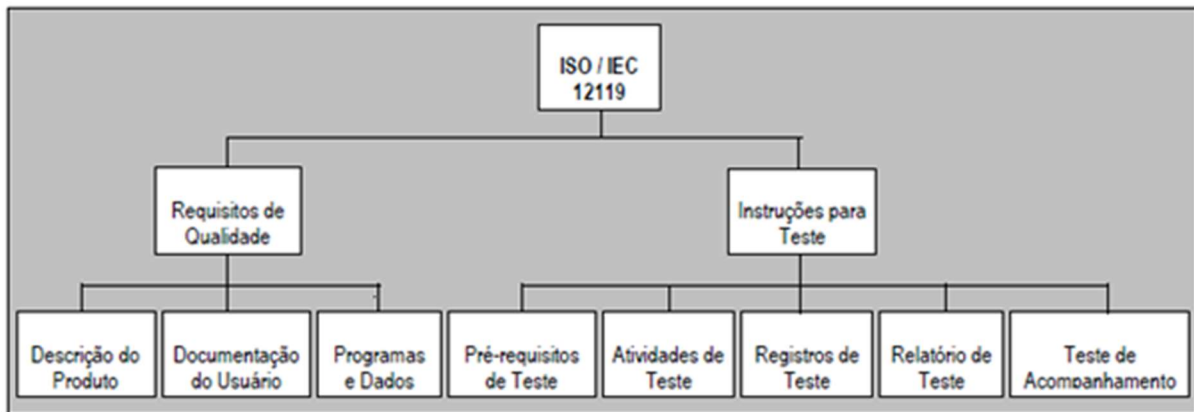


Figura 4 – Estrutura da ISO/IEC 12119

Fonte: Ananias (2009).

Os Requisitos de Qualidade se referem à existência da Documentação do Pacote, ou seja, a Descrição do Produto, a Documentação do Usuário e Programas e Dados.

Por outro lado, os Requisitos de Testes se relacionam ao item de Instruções para Testes, que, basicamente, recomenda a forma com que o produto de software deve ser testado em relação aos requisitos de qualidade.

Após a apresentação das normas de avaliação de qualidade de produto de software, o autor expõe a definição do processo de avaliação, que foi definida da seguinte forma: foram definidos os atributos, as características e as subcaracterísticas a serem avaliadas. Também foram adotadas métricas pré-estabelecidas. A Figura 5 apresenta a estrutura da distribuição de cada característica, definida pelo autor.

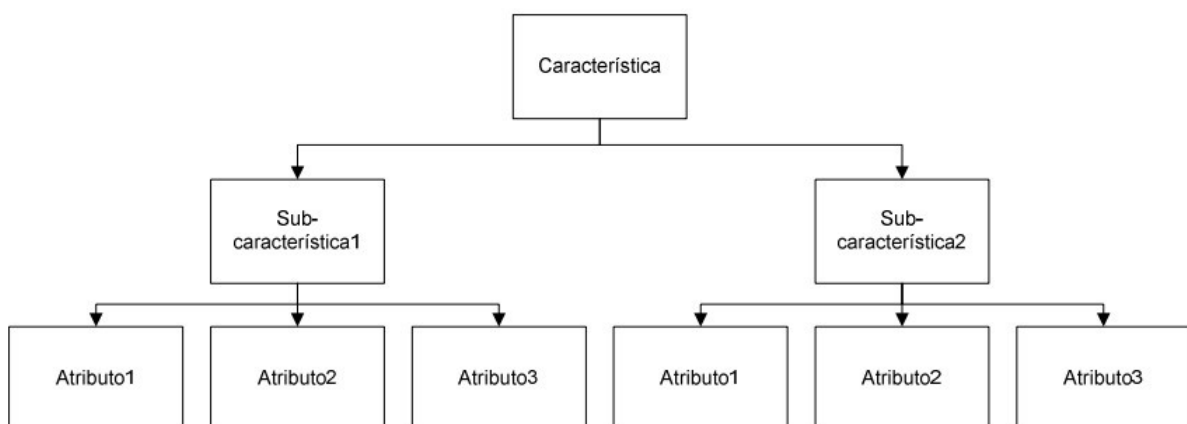


Figura 5 – Distribuição dos atributos e subcaracterísticas de uma característica.

Fonte: Ananias (2009).

Com a finalidade de definir um perfil de avaliador, o autor usa como base o perfil operador, um dos três perfis especificados pela ISO/IEC 9216. Por fim, para chegar à definição dos critérios de avaliação, o autor definiu um modelo misto entre a ISO/IEC 9126 e a ISO/IEC 12119.

A Figura 6 representa as características, as subcaracterísticas, os atributos (representados por perguntas) e a distribuição das notas, que, segundo o autor, foram definidas da seguinte forma: para cada software, foi definida uma pontuação total de 120 pontos. Esses 120 pontos foram distribuídos entre as características, de modo que, como são cinco, cada uma ficou com 24 pontos. Da mesma forma, os 24 pontos foram distribuídos igualmente entre as subcaracterísticas, que, por sua vez, foram distribuídos igualmente entre os atributos.

Característica, Sub-característica e Atributo	Nota total por item
➤ Funcionalidade:	24
▪ Adequação:	8
• Todas as funções necessárias foram implementadas?	4
• Todas as funções estão corretas?	4
▪ Acurácia:	8
• Os dados são representados de forma satisfatória?	8
▪ Segurança de acesso:	8
• Há acesso com login e senha?	4
• Existe um controle de acesso a funções de acordo com cada usuário?	4
➤ Confiabilidade:	24
▪ Maturidade:	12
• Mensagens alertam operações perigosas?	6
• Mensagens de erro explicam claramente sua causa?	6
▪ Recuperabilidade:	12
• Existe a função "desfazer"?	12
➤ Usabilidade:	24
▪ Inteligibilidade:	8
• Existem "Assistentes" para as funções?	4
• Os menus estão bem organizados?	4
▪ Aprendibilidade:	8
• Existem menus pop-up com frases explicativas das funções?	4
• Os desenhos das funções estão de acordo com suas finalidades?	4
▪ Atratividade:	8
• Objetos bem distribuídos de acordo com a função?	4
• É possível customizar?	4
➤ Portabilidade:	24
▪ Adaptabilidade:	12
• Roda em diferentes Sistemas Operacionais?	12
▪ Capacidade para ser instalado:	12
• A instalação é automática?	12
➤ Documentação:	24
▪ Descrição do produto:	8
• Possui uma descrição do produto?	8
▪ Documentação do usuário:	8
• Possui documentação do usuário (manual de instalação, manual de uso)?	8
▪ Programas e dados:	8
• Possui descrição das funcionalidades?	8

Figura 6 – Distribuição dos pontos

Fonte: Ananias (2009).

Após definição dos critérios, análise das ferramentas e distribuição dos pontos, o autor chegou à distribuição das notas mostrada na Figura 7.

	Jeremia	OSRMT	Tiger Pro	Xuse
Funcionalidade	24	24	10	14
Confiabilidade	9	12	9	0
Usabilidade	16	16	10	4
Portabilidade	18	24	12	18
Documentação	16	24	12	24
TOTAL	83	100	53	66

Figura 7 – Tabela de comparação das ferramentas

Fonte: Ananias (2009).

Feito isso, o autor concluiu que a ferramenta que mais atendeu aos critérios definidos foi a ferramenta OSRMT.

3.2 SELECTING APPROPRIATE REQUIREMENTS MANAGEMENT TOOL FOR DEVELOPING SECURE ENTERPRISES SOFTWARE

Em um outro artigo sobre comparação de ferramentas, intitulado *Selecting Appropriate Requirements Management Tool for Developing Secure Enterprises Software*, dos autores Alghazzawi, Siddiqui, Bokhari e Hamatta (2014), discute-se a importância de selecionar ferramentas de gerenciamento de requisitos de forma correta. Nesse artigo, foram consideradas para a comparação quatro ferramentas líderes no mercado: Analyst Pro, CORE⁵, Cradle⁶ and Caliber RM⁷.

A ideologia desse artigo para seleção da ferramenta adequada defende que se deve, inicialmente, analisar os recursos e as capacidades das ferramentas para, em seguida, selecionar a ferramenta apropriada ao desenvolvimento de software.

Porém, antes da análise comparativa, os autores discorrem brevemente sobre as ferramentas escolhidas. A Analyst Pro foi desenvolvida no ano de 2000 por uma empresa de desenvolvimento de software, chamada Goda Software, com base em Virgínia nos Estados Unidos da América. Segundo a descrição encontrada no artigo, a ferramenta é escalável e funciona com qualquer tipo de processo de software, tendo

⁵ Mais informações sobre a ferramenta CORE podem ser acessadas no endereço eletrônico <http://www.vitechcorp.com/products/core.shtml>.

⁶ Mais informações sobre a ferramenta Cradle podem ser acessadas no endereço eletrônico <https://www.threesl.com/cradle/requirements-management.php>.

⁷ A empresa Microfocus disponibiliza mais informações sobre a ferramenta mencionada no endereço eletrônico <https://www.microfocus.com/pt-br/products/requirements-management/caliber/>.

como capacidade mais de 250 usuários conectados simultaneamente em cada cliente-servidor.

A ferramenta também possui muitos recursos relacionados aos projetos, requisitos, rastreabilidade, casos de uso, gerenciamento de banco de dados, importação, exportação e geração de relatórios. No módulo Requisitos, o usuário pode especificar, rastrear, gerenciar e analisar requisitos. Na pesquisa desenvolvida neste Trabalho de Graduação, não foram, porém, encontradas informações da empresa desenvolvedora e nem da ferramenta por meio de busca na *web*.

A CORE, por sua vez, foi desenvolvida também por uma empresa com sede em Virgínia, conhecida como Vitech Corporation, em 1992. Já a Cradle foi desenvolvida pela empresa inglesa Structured Software Systems Limited.

Caliber RM foi desenvolvida pela empresa Bolard Software. Esta ferramenta é usada para gerenciar requisitos de software e modela o *design* do sistema usando UML (Unified Modeling Language). Atualmente, a ferramenta se encontra distribuída por outra empresa.

Para a comparação, os autores defendem que não julgaram as ferramentas como boas ou ruins, pois afirmam que todas têm capacidades parecidas. No quadro de comparação do artigo, os autores definiram os seguintes atributos:

- Base Line;
- Links e Rastreabilidade;
- Segurança;
- Microsoft *support*;
- *Workflow*;
- Documentação.

Por fim, após análise das ferramentas, considerando, para avaliação, os atributos informados, foi identificado que o Calibre RM atende mais dos aspectos considerados, como demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Comparativo das ferramentas

Ferramenta	Base Line	Links e rastreabilidade	Segurança	Microsoft support	workflow	Documentação
Analyst Pro	Sim	rastreabilidade total	não há suporte de segurança listado	<i>Ms word, Ms Excel, Access database.</i>	Sim	Sim
Cradle	Sim	forte rastreabilidade	não há suporte de segurança listado	<i>Ms word, Ms Excel</i>	Sim	Sim
CORE	Sim	Não	não há suporte de segurança listado	Não	Não	Sim
Caliber RM	Sim	rastreabilidade Bi-direcional.	repositório centralizado fornece segurança	<i>Ms word, Ms Excel, Access database, Project.</i>	sim	Sim

Fonte: Adaptado de Alghazzawi, Siddiqui, Bokhari e Hamatta (2014).

3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o desenvolvimento do presente capítulo, foram considerados dois trabalhos relacionados, objetivando analisar qual método, quais ferramentas e quais critérios foram utilizados para a realização das análises comparativas.

4 CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO E ANÁLISE DAS FERRAMENTAS

Para que uma organização possa adquirir e começar a utilizar uma ferramenta de gerenciamento de requisitos, é importante fazer o levantamento das ferramentas e realizar um estudo sobre cada uma, para que, assim, possa obter mais conhecimentos sobre a estrutura, a facilidade de uso e os possíveis benefícios e melhorias que a ferramenta poderá trazer para cada organização.

De modo geral, o uso correto de uma ferramenta de gerenciamento de requisitos implica positivamente no controle, na mudança, na rastreabilidade e na priorização dos requisitos de um projeto de software, gerando mais segurança e reduzindo custo no decorrer do projeto, caso uma mudança de requisito ocorra.

Para efetuar a análise comparativa proposta neste trabalho, foram organizados os dados e as informações adquiridas sobre os assuntos envolvendo a Gestão de Requisitos de Software. Também reunidos os conceitos e as principais características a respeito das ferramentas escolhidas, tendo como base os dados e as pesquisas elaboradas.

Por meio dos estudos realizados e dos resultados dos conhecimentos adquiridos, esta seção do trabalho tem como objetivo selecionar e definir os critérios para comparação das ferramentas escolhidas.

4.1 REQUISITOS DE FERRAMENTAS

A escolha da ferramenta apropriada depende das características e dos requisitos de cada cliente e organização, pois não existe uma ferramenta que possa ser considerada a melhor para todas as situações. Para isso, a organização precisa entender quais são as suas necessidades e analisá-las de modo a escolher a ferramenta mais adequada para seu cenário organizacional.

O processo de escolha pode se tornar uma tarefa difícil e, por isso, segundo Grings e Sayão (2009), nos últimos anos, muito se tem falado a respeito de modelos e normas de qualidade, bem como sobre a importância dos mesmos para o desenvolvimento de softwares que não apenas atendam às necessidades do cliente, mas que também o façam apresentando como resultado produtos de qualidade.

Nesse contexto, é possível identificar, nas normas internacionais, seções que tratam especificamente sobre gerenciamento de requisitos. Grings e Sayão (2009) afirmam que algumas chegam a apontar que um dos primeiros aspectos a serem tratados na busca pela qualidade do processo é a gerência de requisitos. Isso reforça a importância dessa atividade durante o processo de desenvolvimento.

Segundo Wieggers e Beatty (2013), uma ferramenta de gerenciamento de requisitos traz grandes benefícios para um projeto de desenvolvimento de software, tais como:

- Gerenciar versões e mudanças: isto serve para manter um histórico de mudanças realizadas em cada requisito. Deverá ser possível o armazenamento de cada alteração que foi realizada, bem como reverter para uma versão anterior de um requisito, se necessário;
- Armazenar atributos de requisitos: as ferramentas de gerenciamento de requisitos, de certa forma, acabam gerando vários atributos, como a data em que um requisito foi criado, seu número de versão atual e, ainda, definir atributos adicionais de vários tipos de dados;
- Analisar os impactos: as ferramentas permitem rastrear os requisitos através de links entre diferentes tipos de requisitos. Esses links ajudam a analisar o impacto que uma mudança ou alteração de um requisito específico terá em outros elementos do sistema;
- Acompanhar o estado do requisito: acompanhar o estado dos requisitos durante o desenvolvimento permite o acompanhamento da situação de todo o projeto;
- Controle de acesso: definir permissões de acesso para indivíduos ou grupos de usuários e compartilhar informação entre um time distribuído geograficamente através de uma interface *Web* à base de dados;
- Comunicação entre as partes interessadas: algumas ferramentas permitem a comunicação entre os membros das equipes, através das ferramentas. São

questões relativas aos requisitos, que podem ser sobre mudanças, questionamento sobre os requisitos em si e entre outros;

- Reuso de requisitos: o armazenamento dos requisitos em uma base de dados permite a sua reutilização em vários projetos.

Em Sommerville (2010), o gerenciamento de requisitos precisa de apoio automatizado e as ferramentas de software para esse gerenciamento devem ser escolhidas durante a fase de planejamento. Segundo o autor, a necessidade da ferramenta de apoio é para:

- Armazenamento de requisitos: Os requisitos devem ser mantidos em um repositório de dados gerenciado e seguro, acessível a todos os envolvidos no processo de engenharia de requisitos;
- Gerenciamento de mudança: O processo de gerenciamento de mudança é simplificado quando as ferramentas ativas de apoio estão disponíveis;
- Gerenciamento de rastreabilidade: As ferramentas de apoio para rastreabilidade permitem descobrir requisitos relacionados.

4.2 CRITÉRIOS PARA COMPARAÇÃO

Baseando-se nos requisitos de ferramentas de gerenciamento de requisitos e nas suas principais características apresentadas na literatura, foram definidos os critérios de avaliação apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Critérios de característica funcional

Critério	Características
1	Armazenamento de Requisitos
2	Plataforma <i>Web</i>
3	Controle de Acesso
4	Gerenciamento de Mudança
5	Análise de Impacto
6	Acompanhamento do Estado do Requisito
7	Rastreabilidade de Requisitos
8	Importar/Exportar Conteúdo
9	Recurso de Colaboração
10	Integração com Outras Ferramentas

Fonte: Autor.

Para a avaliação dos critérios de características funcionais, durante a análise serão atribuídas as notas apresentadas na Tabela 3, para saber se a ferramenta atende ao critério esperado.

Tabela 3: Notas de avaliação

Nota	Definição
10	Atende ao Critério Esperado
5	Atende parcialmente ao Critério Esperado
0	Não Atende ao Critério Esperado

Fonte: Autor.

A avaliação ocorrerá de forma separada, quando será atribuída uma nota para cada requisito, podendo esta ser 0, 5 ou 10, de acordo com a descrição da Tabela 3. A nota final será determinada de acordo com a somatória, dividindo-a pela quantidade de critérios avaliados, alcançando, assim, uma nota avaliativa final.

4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para a construção deste capítulo, foram observados, na literatura pertinente, alguns benefícios, características e funcionalidades que uma ferramenta de

gerenciamento de requisitos poderia ter. A partir disto, foi possível, então, realizar a definição dos critérios para a comparação das ferramentas.

5 FERRAMENTAS DE GERENCIAMENTO DE REQUISITOS

O gerenciamento de requisitos, como parte do processo da engenharia de requisitos, pode consumir muito tempo e envolver um certo volume de informações. Uma ferramenta de Gerenciamento de Requisitos se faz como um suporte necessário para manter as relações, as rastreabilidades e os estados dos requisitos de um projeto.

Kotonya e Sommerville (1998) afirmam que, especialmente em grandes organizações, seria impossível lidar com o conjunto de requisitos sem uma ferramenta de gerenciamento de requisitos. Bartlett (2018) reforça que requisitos mal gerenciados podem levar a falhas de muitos projetos de software e, por esta razão, é importante contar com uma maneira sistemática de documentar, analisar e priorizar requisitos.

5.1 FERRAMENTAS SELECIONADAS

Com o propósito de selecionar as ferramentas para esse estudo, foi realizada uma busca na *Internet* para verificar quais são as principais ferramentas usadas no mercado. Após uma breve avaliação, foram verificadas as ferramentas gratuitas e as de mercado, porém, neste trabalho, serão utilizadas para avaliação apenas aquelas que mais se enquadram nos critérios funcionais, como descrito na seção 4.2.

Constatou-se que as gratuitas não suprem de forma satisfatória as características funcionais, pois estas ferramentas surgiram como trabalho de graduação ou pós-graduação em algumas universidades e se encontram em um estágio de desenvolvimento em que melhorias ainda são necessárias.

Desta forma, as ferramentas foram selecionadas seguindo os seguintes critérios:

- Atender boa parte das características funcionais (descritas na Tabela 2);
- Dispor da versão “*Trial*” para teste;
- Guia de instalação, caso necessário;

- Tutorial de uso disponível no site do fornecedor da ferramenta.

Em seguida, foram selecionadas quatro ferramentas para realizar a avaliação, as quais serão demonstradas a seguir.

5.1.1 Visure Requirements

A Visure Requirements, atualmente na versão 4.9.0.1745, foi desenvolvida pela empresa Visure Solutions, com sede em Madri, na Espanha, com escritórios e distribuidores de renome em mais de 25 países: EUA, Alemanha, Brasil, Bélgica, Canadá, China, Dinamarca, Finlândia, França, Holanda, Itália, Índia, Luxemburgo, Noruega, Portugal, Suécia, Suíça, etc.

Trata-se de uma ferramenta avançada de Engenharia de Requisitos projetada especificamente para fornecer um suporte integral ao processo completo de requisitos, incluindo captura, análise, especificação, validação e verificação de requisitos, rastreabilidade, gerenciamento e reutilização (Visure Solutions, 2018a).

A ferramenta permite que as equipes colaborem e aumentem a qualidade dos produtos de software através de um melhor rastreamento de requisitos. A ferramenta dispõe de um grande número de integrações para que seja possível manter os documentos de requisitos em sincronia com outras ferramentas e colaborar com as equipes. Os principais recursos incluem rastreabilidade, controles de acesso baseados em função, relatórios e muito mais (BARTLETT, 2018).

A versão *trial* (teste) da ferramenta possui uma limitação por apenas estar disponível para a versão *desktop*. Na Figura 8, é apresentada a tela inicial da ferramenta.

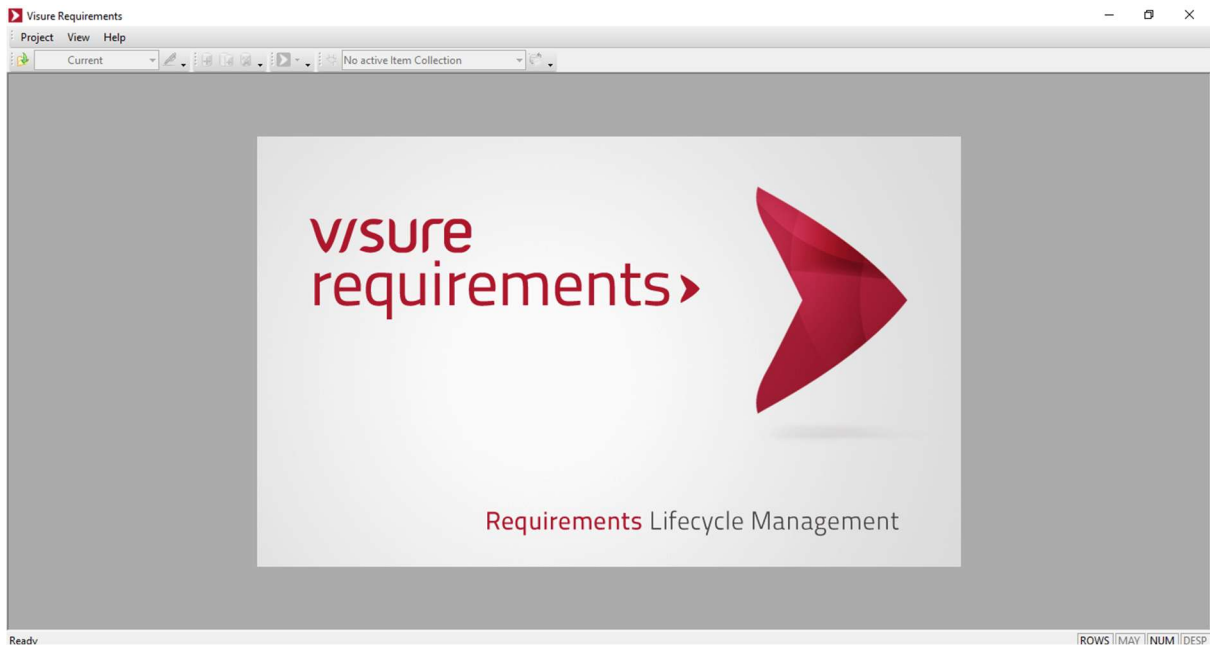


Figura 8 – Tela Inicial da versão *Trial* da Visure Requirements

Fonte: Autor.

Após abrir a tela inicial, a versão *trial* traz, como opções de teste, dois exemplos de projetos para serem utilizados. Na Figura 9, representa a tela de controle de requisitos ao selecionar um determinado projeto.

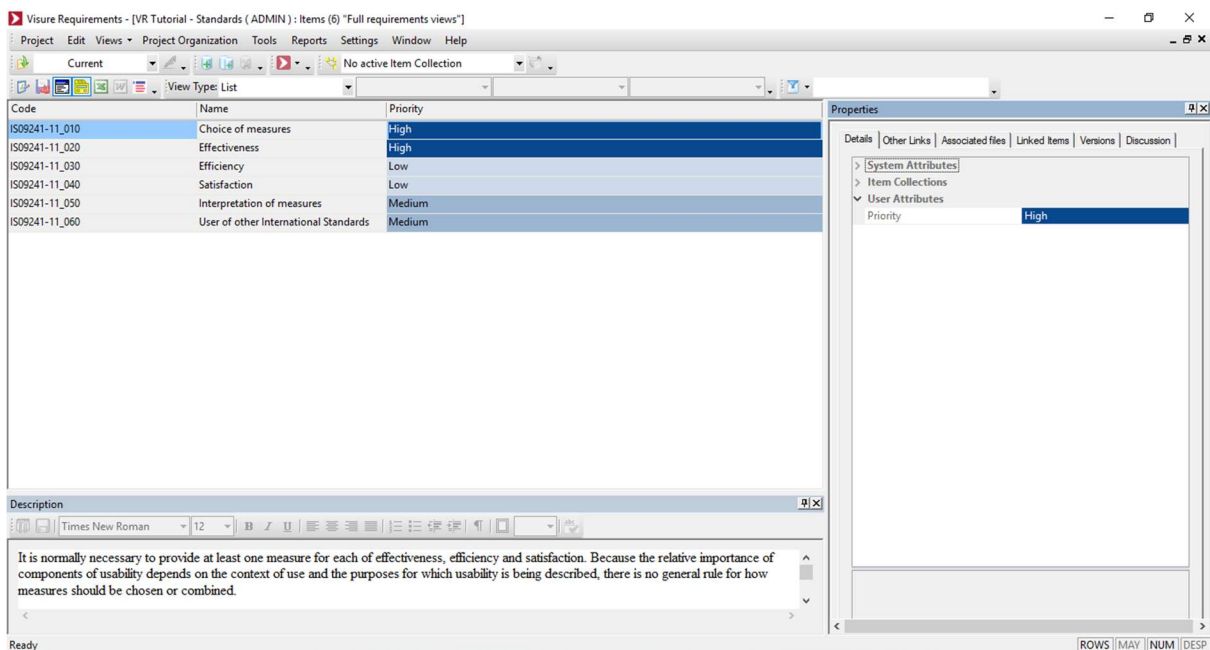


Figura 9: Tela de controle de Requisitos da Visure Requirements

Fonte: Autor.

Na ferramenta, é possível visualizar a rastreabilidade dos requisitos, bem como gerar o relatório. A Figura 10 mostra um exemplo da rastreabilidade dos requisitos no

sentido vertical, relacionando-se com outros documentos, como casos de usos, casos de testes e outros no sentido horizontal. No combobox, é possível selecionar a forma preferível de visualização da matriz de rastreabilidade.

	AC Power cord	Air shipment	Air transportation - maximum sizes	Bump Test	Calibration Software	Calibration and setup	Camera setting	Cart mobility	Choice of measures	Communication wheel	Company logo	Contro
SthReq_Cust_00030												
SthReq_Cust_00040												
SthReq_Mkt_00010												
SthReq_Mkt_00020												
SthReq_Mkt_00030												
SysReq_0010												
SysReq_0020												
SysReq_0030												
SysReq_0040												
SysReq_0050												
SysReq_0060												
SysReq_0070												
SysReq_0080												
SysReq_0090												
SysReq_0100												
SysReq_0110												
SysReq_0120												

Figura 10 – Tela de Rastreabilidade de Requisitos da Visure Requirements

Fonte: Autor.

5.1.2 Modern Requirements 4TFS

A Modern Requirements 4TFS – atualmente em sua versão 15.4.1 –, foi desenvolvida pela eDev Technologies, com sede em Toronto, no Canadá. Primordialmente criada para atender às necessidades internas da companhia, foi lançada em 2006 como primeira solução para requisitos, chamada de InteGREAT. A ferramenta funcionou como uma ponte entre as equipes de TI e especialistas do setor e levou a empresa a estabelecer uma parceria profunda com a Microsoft em 2010 (Modern Requirements, 2018a).

A Modern Requirements 4TFS é uma solução única e completa para a elicitação, a criação e a análise de requisitos. Dentre as suas funcionalidades, estão a criação de diagramas, documentos e relatórios; a criação de casos de uso e diagramas; a geração de casos de teste automáticos, histórias de usuário, entre outras (MODERN REQUIREMENTS, 2018b).

A solução dispõe dos modelos de desenvolvimento ágeis como o SCRUM e modelos tradicionais baseados no CMMI (MODERN REQUIREMENTS, 2018b).

Após solicitar a versão *trial* para testes, a fornecedora do produto disponibilizou a versão de modelo SCRUM. A versão de testes, com 30 dias de utilização, foi disponibilizada na versão *web*, dispondo de um projeto para a realização dos testes, como mostrado na Figura 11.

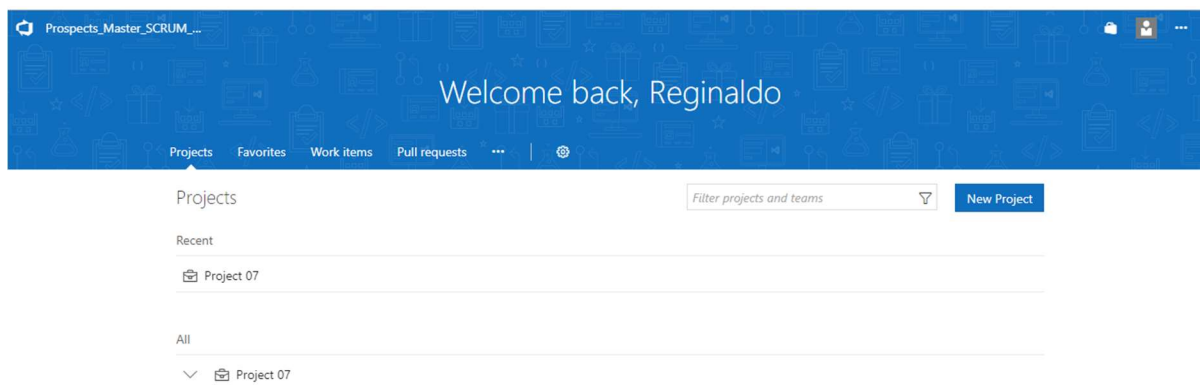


Figura 11 – Tela Inicial da versão *Trial* da Modern Requirements

Fonte: Autor.

A navegação nas telas da Modern Requirements dá uma sensação de leveza e suavidade, e a criação da matriz de rastreabilidade dentro da ferramenta é intuitiva e de fácil entendimento. O usuário poderá visualizar a rastreabilidade selecionando o tipo de relacionamento desejado, como documento de requisitos e casos de testes, requisitos e requisitos, requisitos e casos de uso e assim por diante. Além disso, na geração da matriz é possível inserir os relacionamentos, informando o tipo de dependência, para, assim, avaliar os impactos que poderão ser gerados em uma possível mudança de requisito. Na Figura 12, temos um exemplo da exibição de uma matriz de rastreabilidade.

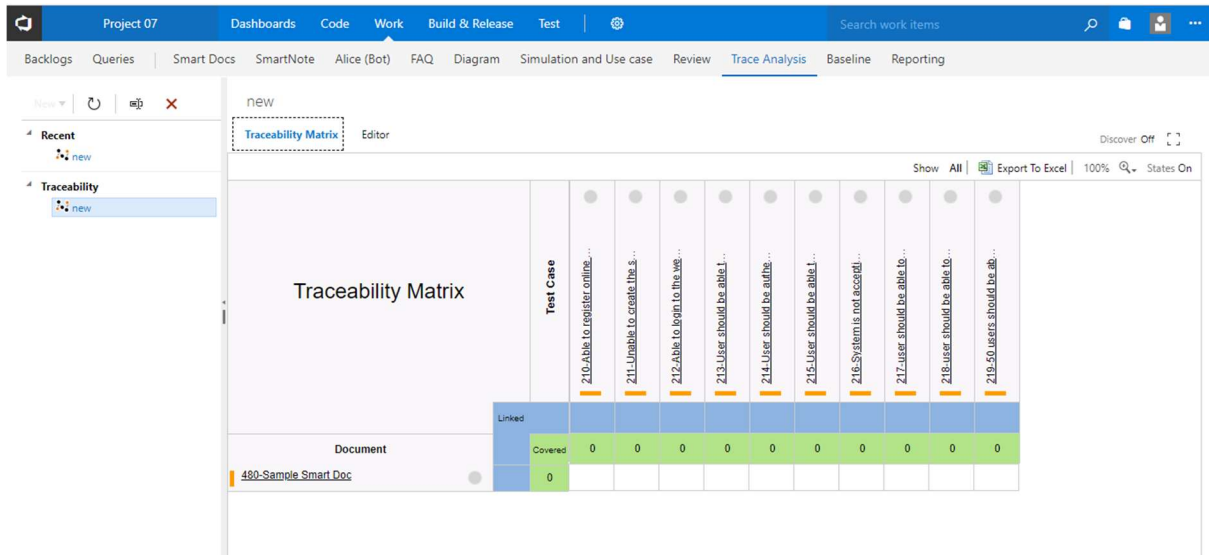


Figura 12 – Tela de Rastreabilidade de Requisitos da Modern Requirements

Fonte: Autor.

Na solução, é possível visualizar o estado dos requisitos, bem como andamento e grau de prioridade, como mostrado na Figura 13.

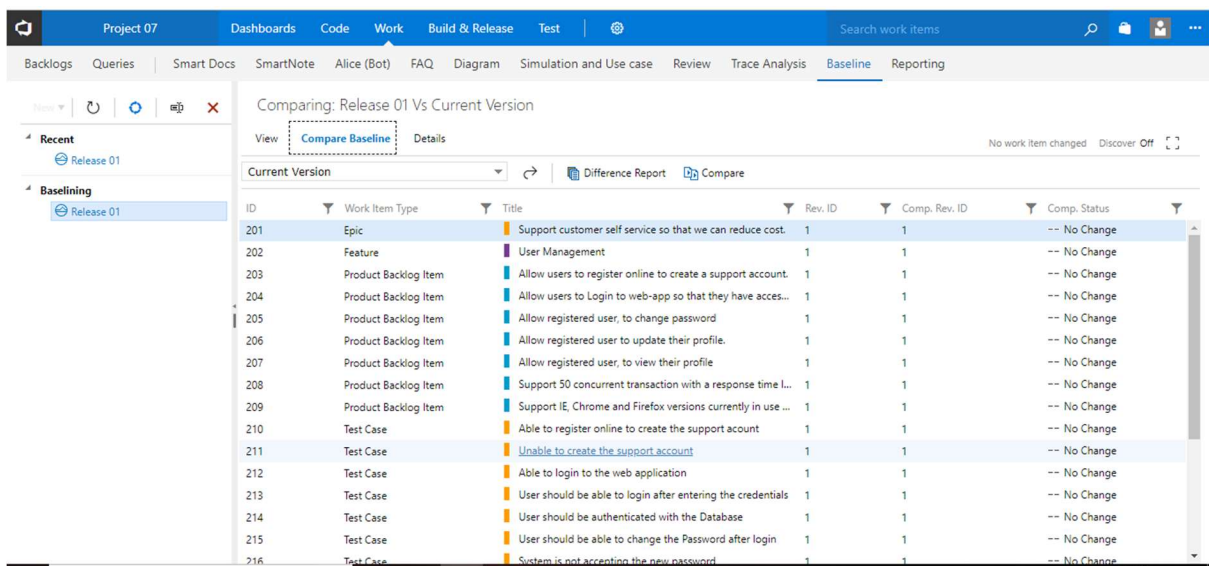


Figura 13 – Tela de controle de Requisitos da Modern Requirements

Fonte: Autor.

5.1.3 Jama Connect

A Jama Connect, disponível na versão 8.0 como a mais atual, é fornecida pela empresa Jama Software, com sede em Portland, EUA. A ferramenta possui recursos para gestão de requisitos e gestão de testes.

A ferramenta é mais adequada para projetos com ciclo de vida em cascata, e funciona bem em requisitos repetidos. É simples, fácil de usar, natural, rápida e fornece relatórios muito precisos sobre os requisitos (TOP, 2018, *online*).

Alguns dos principais recursos do produto são: Colaboração em tempo real, Relatórios, Análise de impacto, Repositório central, Mapeamento de fluxo de trabalho etc. Existe, ainda, uma opção para configurar e personalizar a estrutura de rastreabilidade (TOP, 2018, *online*).

A versão de testes disponível na plataforma *web* apresenta, em sua tela inicial, os recursos disponíveis para os trabalhos. Para a presente pesquisa, no entanto, foram utilizados apenas os recursos de gerenciamento de requisitos.

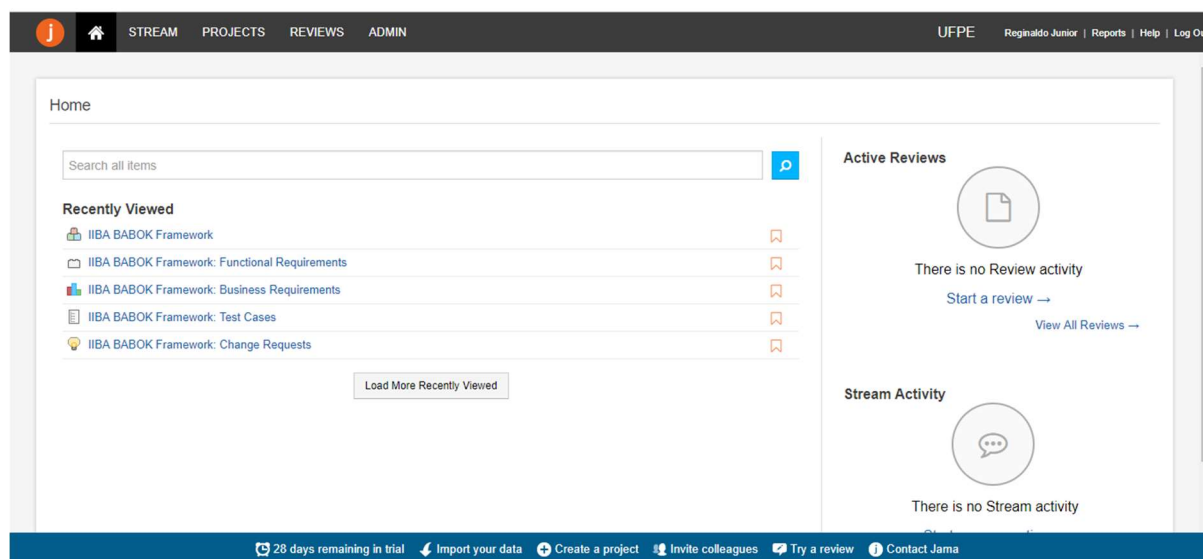


Figura 14 – Tela Inicial da versão *Trial* da Jama

Fonte: Autor.

Na tela de gerenciamento e controle dos requisitos (Figura 15), é possível visualizar os itens, definir prioridades, atualizar status, adicionar, alterar e excluir requisitos, inserir, relacionar, analisar impacto, dentre outras funcionalidades. Já a Figura 16 demonstra a tela de rastreabilidade dos requisitos.

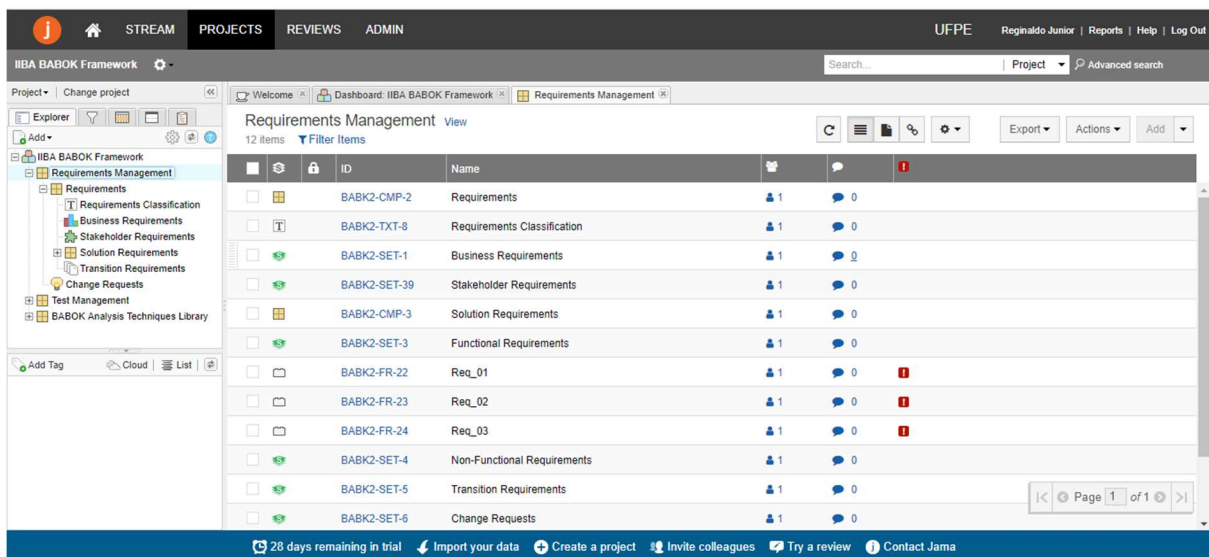


Figura 15 – Tela de controle de Requisitos da Jama

Fonte: Autor.

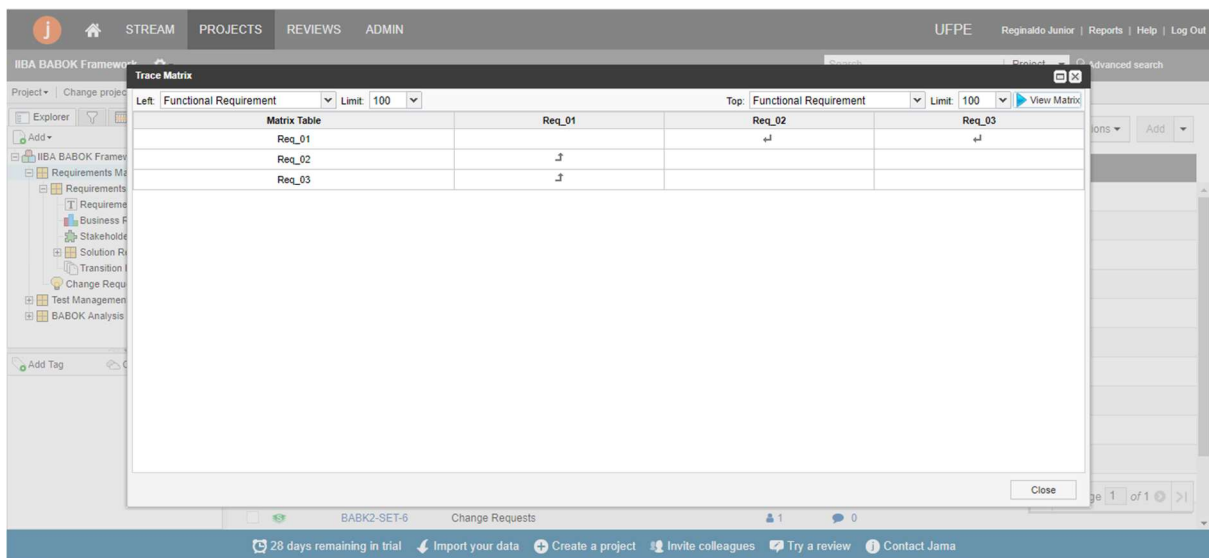


Figura 16 – Tela de Rastreabilidade de Requisitos da Jama

Fonte: Autor.

5.1.4 Spira Team

A Spira Team foi desenvolvida pela empresa Inflectra Corporation, com sede em Washington, DC. A ferramenta está na versão 5.0 como a mais atual e possui disponibilidade para atender aos modelos de desenvolvimento tanto em cascata quanto para metodologias ágeis. Com uma solução bem completa, possibilita, além de gerenciar os requisitos, ter o controle do gerenciamento de testes.

A Spira Team permite gerenciar facilmente seus requisitos e histórias de usuário em uma matriz de requisitos integrada, além de detalhar cada um dos requisitos capturados para determinar quantos casos de teste validaram a funcionalidade e o status de cada um dos defeitos registrados. (TOP, 2018, *online*)

Na Figura 17, é exibida a tela inicial, onde é possível visualizar todos os projetos associado ao usuário.

The screenshot shows the Spira Team dashboard for a user named 'System Administrator'. The interface includes a navigation bar with options like 'Planejament...', 'Testes', 'Rastreament...', and 'Relatórios'. The main content area is divided into several sections:

- Meus Projetos:** A table listing projects with columns for 'Nome do Projeto', 'Grupo', and 'Data da Criação'. Projects include 'Library Information System', 'Sample Application One', and 'Sample Application Two'.
- Meus Feeds de Noticias:** A list of news items with columns for 'Título', 'Autor', and 'Data de Publicação'. Items include 'Inflectra Offices Closed for U.S. Thanksgiving Hol' and '2018 Inflectra User Summit in Mannheim, Germany'.
- Minhas Pesquisas Salvas:** A section for saved searches with columns for 'Nome' and 'Projeto'.
- Requisitos a mim designados:** A table for assigned requirements with columns for 'Nome', 'Projeto', 'Importância', and 'Status'.
- Testes a mim designados:** A table for assigned tests with columns for 'Nome', 'Projeto', 'Status', and 'Última Execução'.
- Inicialização Rápida:** A section for quick initialization with a dropdown menu for 'Criar Incidentes em'.
- Meus Contatos:** A table for contacts with columns for 'Nome', 'Departamento', 'Online', and 'Operações'.
- Incidentes a mim designados:** A section for assigned incidents.

Figura 17 – Tela Inicial da versão *Trial* da Spira

Fonte: Autor.

Na Figura 18 que exibe a tela de controle dos requisitos, é possível identificar o progresso do desenvolvimento, inserir, excluir e editar requisitos.

The screenshot shows the Spira Team requirements control screen. The interface includes a navigation bar with options like 'Planejament...', 'Testes', 'Rastreament...', and 'Relatórios'. The main content area is divided into several sections:

- Filtro rápido:** A section for quick filtering with options like '+ Inserir', 'x Excluir', and 'Atualizar'.
- Exibindo 15 de 35 requerimento(s) para este projeto:** A table listing requirements with columns for 'Nome', 'Cobertura do teste', 'Progresso', 'Importância', 'Status', 'Autor', and 'Release'.
- Componentes:** A list of components including 'Administration', 'Author Managem...', and 'Book Management'.
- Releases:** A section for releases with a dropdown menu for 'Todos ...'.
- Charts:** A section for charts with a pie chart showing the distribution of requirements by status: Passed (9), Failed (2), and Blocked (3).

Figura 18 – Tela de controle de Requisitos da Spira Team

Fonte: Autor.

A ferramenta dispõe de recurso de geração de relatórios, onde é possível gerar o relatório de rastreamento dos requisitos, como mostra a Figura 19.

Req #	Name	Type	Status	Release #	Test Traceability	Requirements Traceability
RQ1	Functional System Requirements	Package	In Progress			
RQ2	Online Library Management System	Package	In Progress			
RQ3	Book Management	Package	Developed			
RQ4	Ability to add new books to the system	Feature	Developed	1.0.0.0.0001	TC2,TC13,TC8	RQ6,RQ30
RQ5	Ability to edit existing books in the system	Feature	Developed	1.0.0.0.0001	TC3,TC8	RQ7,RQ31
RQ6	Ability to delete existing books in the system	Feature	Developed	1.0.0.0.0002	TC8,TC12	RQ4
RQ7	Ability to associate books with different subjects	Feature	Developed	1.1.0.0.0001	TC4,TC8	RQ5
RQ8	Ability to associate books with different authors	Feature	Developed	1.1.0.0.0001	TC6,TC13	
RQ9	Ability to associate books with different editions	Feature	Developed	1.1.0.0.0002	TC4,TC8,TC12	
RQ10	Ability to completely erase all books stored in the system with one click	Feature	Developed	1.2.0.0	TC4,TC8,TC12	
RQ11	Edition Management	Package	In Progress			
RQ12	Ability to create different editions	Feature	In Progress	1.0.0.0.0003		
RQ13	Author Management	Package	In Progress			
RQ14	Ability to add new authors to the system	Package	Planned	1.0.0.0		
RQ15	Ability to edit existing authors in the system	Feature	Planned	1.0.0.0.0002	TC5,TC9	
RQ16	Ability to delete existing authors in the system	Feature	In Progress	1.0.0.0.0003	TC9	
RQ17	Ability to link authors to their contact information	Feature	Planned	1.1.0.0.0003		
RQ18	Ability to associate authors with subjects	Feature	Developed	1.1.0.0.0002		
RQ19	Subject Management	Package	Planned			
RQ20	Ability to add new subjects to the system	Feature	Planned			
RQ21	Ability to edit existing subjects in the system	Feature	Planned			
RQ22	Administration Functions	Package	Requested			
RQ23	Ability to completely backup the database	Feature	Requested			
RQ24	Data Import Functionality	Package	Requested			
RQ25	Ability to import from legacy system x	Feature	Requested			
RQ26	Ability to create new users in the system	Feature	Requested			
RQ27	Ability to modify existing users in the system	Feature	Requested			
RQ29	Use Cases	Package	Completed			
RQ30	Creating a new book in the system	Use Case	Completed		TC2	RQ4
RQ31	Editing an existing book in the system	Use Case	Completed		TC3	RQ5

Figura 19 – Tela de Rastreabilidade de Requisitos da Spira Team

Fonte: Autor.

5.2 ANÁLISE DAS FERRAMENTAS

Esta seção tem como objetivo a análise das ferramentas. Ressalta-se que, inicialmente, será feito um estudo individual de cada ferramenta e, em seguida, um estudo comparativo entre elas.

5.2.1 Visure Requirements

A análise das ferramentas iniciou com a Visure Requirements, conforme observado na Tabela 4.

Tabela 4 – Análise da Ferramenta Visure Requirements

Critério	Características	Nota
1	Armazenamento de Requisitos	10
2	Plataforma <i>Web</i>	0
3	Controle de Acesso	5
4	Gerenciamento de Mudança	5
5	Análise de Impacto	10
6	Acompanhamento do Estado do Requisito	10
7	Rastreabilidade de Requisitos	10
8	Importar/Exportar Conteúdo	10
9	Recurso de Colaboração	5
10	Integração com Outras Ferramentas	5

Fonte: Autor.

No primeiro critério, a ferramenta obteve nota 10, pois, ao selecionar um projeto no Visure Requirements, surge, em sua tela inicial, a listagem de todos os requisitos associados ao projeto, bem como seu grau de prioridade.

No segundo critério, obteve a nota 0, pois a ferramenta foi desenvolvida para a plataforma *desktop* e não foram encontradas, no endereço eletrônico do fornecedor, informações quanto à existência de uma versão *web*.

No terceiro critério, foi atribuída a nota 5, pois, mesmo que o *site* do fornecedor dispusesse da informação de que a ferramenta possui controle de acesso, não foi encontrada a função, dentro da versão *trial*, para configuração de novos usuários e suas permissões.

Ao quarto critério também foi atribuída a nota 5, pois, ao realizar uma mudança no requisito, não houve alerta ou sinalização de possíveis impactos da ação, nem mesmo a identificação do que foi mudado. Somente após o detalhamento de cada item, é possível identificar quem o produziu e quais as mudanças realizadas.

Nos quinto, sexto, sétimo e oitavo critérios, constatou-se um bom resultado, ao qual foi atribuída a nota 10, pois foi demonstrado que a ferramenta possui análise de impacto, classificação de priorização dos requisitos, além de rastreabilidade dos

requisitos e seus relacionamentos, sendo possível, inclusive, importar e exportar conteúdo através do uso da ferramenta.

Aos nono e décimo critérios foi atribuída a nota 5, pois não foram identificados, na ferramenta, nem o meio pelo qual é realizada a colaboração junto aos outros usuários nem a possibilidade de cadastrar e dar permissões aos usuários. Ainda, não foi identificada a possibilidade de integração com outras ferramentas, embora o fornecedor afirme, em seu endereço eletrônico, que há tal possibilidade, sem indicar, porém, como fazer a integração nem com quais ferramentas ela é compatível.

5.2.2 Modern Requirements 4TS

Tabela 5 – Análise da Ferramenta Modern Requirements 4TS

Critério	Características	Nota
1	Armazenamento de Requisitos	10
2	Plataforma <i>Web</i>	10
3	Controle de Acesso	10
4	Gerenciamento de Mudança	5
5	Análise de Impacto	10
6	Acompanhamento do Estado do Requisito	10
7	Rastreabilidade de Requisitos	10
8	Importar/Exportar Conteúdo	5
9	Recurso de Colaboração	10
10	Integração com Outras Ferramentas	5

Fonte: Autor.

Os critérios 1, 2, 3 obtiveram uma boa avaliação, atingindo nota 10, pois a ferramenta possui armazenamento e controle dos requisitos, a versão disponível para teste operou na plataforma *web* e, finalmente, foi possível incluir novos usuários, bem como realizar o controle de acesso da ferramenta.

Ao critério 4, foi atribuída a nota 5, pois não ficou claro como se dá o processo de análise de impacto na ferramenta, apesar de o fornecedor informar que existe esse recurso.

Nos critérios 5, 6 e 7, a ferramenta obteve nota máxima, pois é possível acompanhar o estado dos requisitos, bem como sua classificação, progresso e priorização. Além disso, a geração da matriz de rastreabilidade é de fácil entendimento e manuseio.

Pelo critério 8, foi obtida a nota 5, posto que, no endereço eletrônico do fornecedor, é informado que a ferramenta dispõe do recurso, porém este não foi identificado na versão de testes, tendo sido constatada apenas a exportação dos arquivos.

No critério 9, a ferramenta obteve nota 10, pois possui o recurso de colaboração com outros usuários. Finalmente, pelo critério 10, foi-lhe atribuída a nota 5, pois, no *site* do fornecedor, era informado que havia opções de integração com outras ferramentas, no entanto, apenas aquelas da Microsoft.

5.2.3 Jama Connect

Tabela 6 – Análise da Ferramenta Jama Connect

Critério	Características	Nota
1	Armazenamento de Requisitos	10
2	Plataforma <i>Web</i>	10
3	Controle de Acesso	5
4	Gerenciamento de Mudança	10
5	Análise de Impacto	5
6	Acompanhamento do Estado do Requisito	10
7	Rastreabilidade de Requisitos	10
8	Importar/Exportar Conteúdo	5
9	Recurso de Colaboração	10
10	Integração com Outras Ferramentas	10

Fonte: Autor.

Assim como as demais, a ferramenta possui armazenamento de requisitos e está disponível na plataforma *web*, obtendo, por isso, nota 10 nos critérios 1 e 2.

Não foi identificada a função para cadastrar novos usuários e controlar os acessos e permissões na ferramenta, porém, no *site* do fornecedor, é informada a disponibilidade do recurso. Em razão disso, foi atribuída a nota 5 ao critério 3.

No critério 4, foi obtida a nota máxima, pois foi observado o controle de versão na mudança de um requisito e solicitação de aprovação da mudança realizada. Já, no critério 5, obteve nota 5, pois não ficou claro o recurso de análise de impacto.

Nos critérios 6 e 7 obteve a nota máxima, pois é possível acompanhar o estado do requisito, sua classificação e priorização, bem como gerar a rastreabilidade e incluir seus relacionamentos e dependências. Ademais, não foi identificado o recurso de importação de arquivo, apenas o de exportar, por isso a nota 5 no critério 8.

A ferramenta possui o recurso de colaboração, obtendo, assim, nota 10 no critério 9. Finalmente, no *site* do fornecedor, são indicadas as ferramentas passíveis de integrar a Jama Connect, alcançando, por isso, nota máxima no critério 10 desta avaliação.

5.2.4 Spira Team

Tabela 7 – Análise a Ferramenta Spira Team

Critério	Características	Nota
1	Armazenamento de Requisitos	10
2	Plataforma <i>Web</i>	10
3	Controle de Acesso	10
4	Gerenciamento de Mudança	10
5	Análise de Impacto	10
6	Acompanhamento do Estado do Requisito	10
7	Rastreabilidade de Requisitos	10
8	Importar/Exportar Conteúdo	5
9	Recurso de Colaboração	10
10	Integração com Outras Ferramentas	10

Fonte: Autor.

Nos critérios 1 ao 7, obtive excelentes resultados, nos quais a ferramenta se mostrou bem intuitiva e clara, de fácil entendimento, apresentando armazenamento, classificação e priorização dos requisitos. A ferramenta é disponibilizada na plataforma *web* e possibilita cadastrar novos usuários, bem como controlar o acesso. Quando há mudança de um requisito, a ferramenta informa quem a produziu, indica se obtiver relacionamento e notifica, por e-mail, os usuários sobre a mudança feita. Possui, ainda, o recurso de rastreabilidade de requisitos no formato de relatório, onde o usuário informa o modo de visualização desejado.

No oitavo critério, obtive nota 5, pois não foi encontrado o recurso de importar arquivos, só o de exportação.

Nos critérios 9 e 10, também obtive bons resultados, atingindo a nota máxima, pois a ferramenta possui o recurso de colaboração entre os usuários, contando com fórum de discussão e linha do tempo. No *site* do fornecedor, é possível identificar quais ferramentas são passíveis de integração com a Spira Team.

5.3 COMPARAÇÃO DAS FERRAMENTAS

Após análise individual das ferramentas, foi feita a comparação das notas obtidas, como demonstrado na Tabela 8.

Tabela 8 – Comparação das ferramentas

Critério	Visure Requirements	Modern Requirements	Jama Connect	Spira Team
1	10	10	10	10
2	0	10	10	10
3	5	10	5	10
4	5	5	5	10
5	10	10	10	10
6	10	10	10	10
7	10	10	10	10
8	10	5	5	5
9	5	10	10	10
10	5	5	10	10
Soma	70	85	80	95
Média	7	8,5	8	9,5

Fonte: Autor.

Como observado na Tabela 8, a ferramenta Spira Team obteve os melhores resultados, seguida da Modern Requirements e da Jama Connect. Em último lugar, ficou a Visure Requirements, cuja principal desvantagem foi não possuir uma versão *web*.

5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, inicialmente foi definido o critério de seleção das ferramentas, seguido da apresentação das ferramentas escolhidas e, finalmente, foram realizadas as análises conforme os critérios funcionais definidos no capítulo 4. Logo após a realização das análises individuais das ferramentas, foi realizada a comparação das pontuações obtidas e verificada a melhor ferramenta definida neste estudo.

CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho foi realizar uma análise comparativa entre quatro ferramentas para gerenciamento de requisitos. No decorrer desse trabalho, os conceitos de engenharia de requisitos e requisitos foram definidos para possibilitar a compreensão do processo de gerenciamento requisitos e suas principais características. Em seguida, foram apresentados trabalhos relacionados que também tiveram como objetivo, comparar algumas das ferramentas de gerenciamento de requisitos. Logo depois, foram discutidas as principais características que uma ferramenta de gerenciamento deve possuir, conforme alguns autores, e, assim, chegou-se às definições dos critérios para comparação e da pontuação. As ferramentas Visure Requirements, Modern Requirements, Jama Software e Spira Team foram apresentadas através de uma breve descrição. Por fim, foram realizadas a análise e a comparação das ferramentas.

As principais dificuldades encontradas durante a pesquisa estão relacionadas ao entendimento das funcionalidades das ferramentas, pois cada uma possui abordagens e manuseios específicos para cada requisito. Outra questão complexa foi definir as ferramentas para a avaliação em meio a tantas alternativas encontradas, bem como chegar aos critérios finais para a realização da análise.

Por fim, vale ressaltar que a visão de análise teve por referência o ponto de vista de um operador, ou seja, a pessoa que realmente utilizará a ferramenta no dia a dia. Portanto, para trabalhos futuros, seria importante também ser realizada uma análise a partir de outros pontos de vistas, como o de um gerente, por exemplo.

REFERÊNCIAS

ALGHAZZAWI, D. M.; SIDDIQUI, S.T.; BOKHARI, M. U.; HAMATTA, H. A. Selecting appropriate requirements management tool for developing secure enterprises software. **I.J Information Technology and Computer Science**, 04, 49-55, 2014. Disponível em: <<http://www.mecspress.net/ijitcs/ijitcs-v6-n4/IJITCS-V6-N4-6.pdf>> Acesso em: 22 out. 2018.

ANANIAS, R. T. **Estudo comparativo entre ferramentas de gerência de requisitos**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009. [Orientador: Prof. Dr. Alexandre Marcos Lins de Vasconcelos]. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~tg/2009-2/rta.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.

BARLETT, J. Top Requirements Tools List. **TestLodge**. 25 de julho de 2018. Disponível em: <<https://blog.testlodge.com/requirements-management-tools-list/>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

BLASCHEK, J. R. **Gerência de requisitos**: o principal problema dos projetos de software. Disponível em: <<http://www.bfpug.com.br/islig-rio/Downloads/>>. Acesso em: 10 set. 2018.

CORE. **Vitechcorp**. Disponível em: <<http://www.vitechcorp.com/products/core.shtml>> Acesso em: 2 dez. 2018.

COSTA, M. V.; CUNHA, M. B.; NASCIMENTO, A. L. **Garantia da qualidade de produtos de software**, s.d.

DORFMAN, M.; THAYER, R. **System and software requirements engineering**. 2. ed. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press Tutorial, 2000.

GOGUEN, J, A. **Techniques for requirements elicitation in software requirements engineering**. IEEE-CS Press. 2. Ed. 1997.

GRINGS, C. L.; SAYÃO, M.; **OpenReq**: uma ferramenta para auxílio à gerência de requisitos. Rio Grande do Sul, 2009.

INFLECTRA. **SpiraTeam features**. Disponível em: <<https://www.inflectra.com/SpiraTeam/Highlights.aspx>>. Acesso em: 2 dez. 2018.

JAMA SOFTWARE. **Build on best practices**. Disponível em: <<https://www.jamasoftware.com/platform/jama-connect/features/>>. Acesso em: 2 dez. 2018.

KOSCIANSKI, A. et al. **Guia para utilização das normas sobre avaliação de qualidade de produto de software – ISO/IEC 9126 e ISO/IEC 14598**. 1999.

KOTONYA, G. Sommerville I. **Requirements engineering: Process and Techniques**. Wiley, 1998.

MACHADO, F, N. **Análise e gestão de requisitos**: onde nascem os sistemas. São Paulo: Érica, 2011.

MODERN REQUIREMENTS (2018a). **About us**. Disponível em: <<https://www.modernrequirements.com/about/>>. Acesso em: 2 dez. 2018.

_____ (2018b). **Modern requirements 4TFS**. Disponível em: <<https://www.modernrequirements.com/modern-requirements-suite4tfs-3/>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

PRESSMAN, R, S. **Engenharia de software**. 6. Ed. São Paulo: McGrawHill, 2006.

SOMMERVILLE, I. **Software engineering**. 9. ed. Massachusetts: Pearson, 2010.

SPIRA TEAM (2018a). **SpiraTeam features**. Disponível em: <<https://www.inflectra.com/SpiraTeam/Highlights.aspx>>. Acesso em: 2 dez. 2018.

_____ (2018b). **What is requirements management?**. Disponível em: <<https://www.inflectra.com/SpiraTeam/Highlights/Understanding-Requirements-Management-Tools.aspx>>. Acesso em: 2 dez. 2018.

THE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE Std. 830-1984**: IEEE Guide to Software Requirements Specification. New York, 1984.

TOP 14+ best requirements management tools (the complete list). **Software Testing Help**. 25 de outubro de 2018. Disponível em: <<https://www.softwaretestinghelp.com/requirements-management-tools/>>. Acesso em: 2 dez. 2018.

VISURE SOLUTIONS (2018a). **Requirements management tool**. Disponível em: <<https://visuresolutions.com/requirements-management-tool/>>. Acesso em: 2 dez. 2018.

_____ (2018b). **Visure requirements complete feature list**. Disponível em: <<https://visuresolutions.com/requirements-tool-features/>>. Acesso em: 2 dez. 2018.

WIEGERS, K.; BEATTY, J. **Software requirements**. 3. ed. Redmond: Microsoft Press, 2013.

ZAVE, P. Classification of research efforts in requirements engineering. **ACM Computing Surveys**. v. 29, n. 4. Dev. 1997.