

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA

LUCIANA NISHI

**Utilização de Mapas Mentais para
Registro de Requisitos**

Goiânia
2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA

**AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE DISSERTAÇÃO
EM FORMATO ELETRÔNICO**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, **AUTORIZO** o Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás – UFG a reproduzir, inclusive em outro formato ou mídia e através de armazenamento permanente ou temporário, bem como a publicar na rede mundial de computadores (*Internet*) e na biblioteca virtual da UFG, entendendo-se os termos “reproduzir” e “publicar” conforme definições dos incisos VI e I, respectivamente, do artigo 5º da Lei nº 9610/98 de 10/02/1998, a obra abaixo especificada, sem que me seja devido pagamento a título de direitos autorais, desde que a reprodução e/ou publicação tenham a finalidade exclusiva de uso por quem a consulta, e a título de divulgação da produção acadêmica gerada pela Universidade, a partir desta data.

Título: Utilização de Mapas Mentais para Registro de Requisitos

Autor(a): Luciana Nishi

Goiânia, 16 de Setembro de 2009.

Luciana Nishi – Autor

Dr. Fábio Nogueira de Lucena – Orientador

LUCIANA NISHI

Utilização de Mapas Mentais para Registro de Requisitos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação.

Área de concentração: Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Nogueira de Lucena

Goiânia
2009

LUCIANA NISHI

Utilização de Mapas Mentais para Registro de Requisitos

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência da Computação, aprovada em 16 de Setembro de 2009, pela Banca Examinadora constituída pelos professores:

Prof. Dr. Fábio Nogueira de Lucena
Instituto de Informática – UFG
Presidente da Banca

Prof. Dr. Iwens Gervasio Sene Junior
CMP – UCG

Prof. Dr. Auri Marcelo Rizzo Vicenzi
Instituto de Informática – UFG

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador(a).

Luciana Nishi

Graduou-se em Tecnologia em Processamento de Dados na Faculdade Ob-
jetivos. Durante sua pós-graduação lato-sensu desenvolveu um trabalho sobre
a especificação de requisitos do SISPG-UFG (Sistema da Pós-graduação -
Universidade Federal de Goiás). Atuou como professora substituta no Insti-
tuto de Informática da Universidade Federal de Goiás antes de seu ingresso
no mestrado. Atualmente atua na docência do ensino superior em uma ins-
tituição pública e outra privada para o curso de bacharelado em sistemas de
informação.

Este trabalho é dedicado a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para a sua realização. À minha família que sempre está ao meu lado. Aos meus amigos que sempre me deram o apoio necessário para a concretização deste objetivo e aos colegas que contribuíram para o meu crescimento profissional e pessoal.

Agradecimentos

Primeiramente agradeço à minha família. Sem eles, eu não seria eu.

Ao ser supremo que existe em todas as religiões, sem Ele nada seria possível.

Aos amigos de sempre que estão em todos os momentos importantes da minha vida.

Ao meu orientador, Fábio Nogueira de Lucena, por todas as ideias que enriqueceram o conteúdo deste trabalho, pela paciência, confiança e apoio.

Aos amigos que fiz durante este percurso (Carmem, Hugo, Érika, Hebert, Márcia, André, Rodrigo, Marcão, Karla, Luciano, Lorena, Ana Maria, Walid, Marcelo, Lucas, Raphael, Fernando, Daniel Alves, Rommel, Jesmmer, Edir, Berê, Bosco, Justa, Luciana, Gilcimar, Elisangela, Vitor).

Aos novos amigos (Carine, Fabiana, Patricia, Marcelo Quinta, Santiago...).

Aos meus “chefes”.

Enfim, agradeço de coração, TODOS que de alguma forma me ajudaram e me incentivaram.

“A capacidade de mudar velhos hábitos e atitudes reflete o seu grau de flexibilidade que indica o seu nível de saúde mental. Quanto mais inflexível, maior será o tempo de reação a situações novas, criando profundos transtornos para você. Agora, se você é flexível e não deixa o passado ter poder sobre você, mais livre se encontra para perceber, digerir e responder adequadamente à vida.”

Luiz Antonio Gasparetto,

Resumo

Nishi, Luciana. **Utilização de Mapas Mentais para Registro de Requisitos.** Goiânia, 2009. 93p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

Este trabalho investiga o uso de mapas mentais na engenharia de requisitos, com destaque para o registro de requisitos. Características e funcionalidades desejáveis por engenheiros de requisitos foram coletadas e motivaram adaptações nos mapas mentais para uso neste domínio. Um experimento empregou a notação alterada e forneceu indícios positivos e negativos. O experimento permite, contudo, considerar o uso de mapas mentais como uma alternativa viável para o registro de requisitos e merecedora de pesquisas posteriores.

Palavras-chave

requisito, mapa mental, registro de requisitos, especificação de requisitos, engenharia de requisitos

Abstract

Nishi, Luciana. **Use of Mind Maps to Record Requirements**. Goiânia, 2009. 93p. MSc. Dissertation. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

This work uses mind maps to describe requirements and investigates this not well known application through an experiment. The experiment was based on desirable features sought by requirements engineers in notations and functions offered by tools. Both provided input to small changes in mind maps before a real specification was produced for the experiment. The results show that mind maps should be considered seriously as an alternative notation to describe software requirements.

Keywords

requirement, mind map, record requirements , requirements engineering, requirements specification

Sumário

Lista de Figuras	11
Lista de Tabelas	13
1 Introdução	15
1.1 O trabalho	15
1.2 Organização do texto	17
2 Fundamentação	19
2.1 Engenharia de Requisitos	19
2.2 Mapas Mentais	21
2.3 Ferramentas	24
2.4 Funcionalidade Esperada	26
2.5 Atributos Desejáveis em uma Especificação de Requisitos de Software	29
2.6 Conclusões	30
3 Desenvolvimento de Cenários	31
3.1 Acessar o programa de mapa mental para registro de requisitos	32
3.2 Incluir uma nova Especificação	32
3.3 Incluir um tópico ou sub-tópico	33
3.4 Alterar ou excluir um tópico ou sub-tópico	35
3.5 Incluir uma nova relação	36
3.6 Incluir uma relação existente	37
3.7 Alterar ou excluir uma relação	38
3.8 Incluir, alterar ou excluir atributo	39
3.9 Associar uma imagem a um tópico	40
3.10 Visualização de um mapa	41
3.11 Visualizar as diferenças entre versões	42
3.12 Geração de relatórios	43
3.13 Incluir ou alterar a descrição de um tópico	43
3.14 Granulosidade	44
3.15 Localizar/Substituir termos	45
3.16 Controle de Acesso	45
3.17 Anexar um arquivo	46
3.18 Comunicação entre colaboradores	47
3.19 Adicionar termo no glossário	47
3.20 Conclusões	48

4	Estudo de Caso - KRAHO	49
4.1	Sistema Kraho	49
4.2	Experimento	51
4.2.1	Definição	51
4.2.2	Planejamento	52
4.2.3	Operação dos experimentos	54
4.3	Resultados	55
4.3.1	Quantitativo	55
	Sobre os totais	57
4.3.2	Sobre as características desejáveis	58
	Sem ambiguidade	58
	Rastreabilidade	61
	Tempo gasto para encontrar informações	62
	Consistentes	63
	Custo, prioridade, importância	63
4.3.3	Comparativo do terceiro grupo de perguntas sobre os dois modelos	64
4.3.4	Análise qualitativa dos resultados	67
4.4	Conclusões	72
5	Considerações Finais	73
5.1	Trabalhos Futuros	74
	Referências Bibliográficas	75
A	Pesquisa INCOSE - sobre ferramentas de gerenciamento de requisitos	79
B	Avaliações Aplicadas	83
C	Mapa Mental do MOGNO	92

Lista de Figuras

1.1	Rastreabilidade por meio de um mapa mental.	17
2.1	Modelo de atividades genérico para processos de Engenharia de Requisitos [36].	21
2.2	Mapa Mental de um mapa mental [20].	22
2.3	Mapa Mental para novatos [21].	23
2.4	Tela do FreeMind [9].	24
2.5	Tela do MindOmo [24] em um <i>browser</i> com a opção <i>share</i> em destaque.	25
2.6	Funcionalidade de procurar/substituir no Jude Professional [14].	26
3.1	Exemplo das adequações realizadas.	31
	(a) Tela do MindOmo [24].	31
	(b) Tela adaptada.	31
3.2	Acessar o sistema.	32
3.3	Inclusão de uma nova especificação.	33
3.4	Inclusão de um novo tópico no mapa.	34
3.5	Inclusão de um novo sub-tópico no mapa.	35
3.6	Alterar ou excluir um tópico ou sub-tópico.	36
3.7	Menu suspenso para a inclusão de uma nova relação.	37
3.8	Inclusão de uma relação existente em outros tópicos.	38
3.9	Visualizar relações existentes.	39
3.10	Visualizar Atributos existentes.	40
3.11	Menu Suspenso para configuração do atributo selecionado.	40
	(a) Novo atributo.	40
	(b) Atributo existente.	40
3.12	Inserção de uma imagem em um tópico ou sub-tópico.	41
3.13	Visualização do mapa.	42
	(a) Total.	42
	(b) Parcial.	42
3.14	Visualização das mudanças entre versões.	43
3.15	Opções possíveis de uma descrição de tópico.	44
3.16	Mapa com detalhes visíveis - (a) menor granulosidade e (b) maior granulosidade.	44
3.17	Localizar/Substituir termos.	45
3.18	Composição da equipe de uma especificação.	46
3.19	Anexar um arquivo.	47
4.1	Atores do Sistema Kraho [16].	50
4.2	Componentes do Sistema Kraho [16].	50

4.3	Diferencial sobre os métodos aplicados no experimento.	59
4.4	Quantitativo das diferenças entre métodos.	59
4.5	Totais sobre os métodos aplicados.	59
4.6	Gráficos obtidos da Tabela 4.11.	63
	(a) Por modelo.	63
	(b) Por objeto de estudo.	63
4.7	Gráficos obtidos da Tabela 4.13.	64
	(a) Por modelo.	64
	(b) Por objeto de estudo.	64
4.8	Gráficos obtidos da Tabela 4.15.	66
	(a) Por modelo.	66
	(b) Por objeto de estudo.	66
4.9	(a) e (b) Resultados obtidos para a questão do uso de uma ferramenta semelhante ao MindOmo mas voltada para a engenharia de requisitos.	66
	(a) Por modelo.	66
	(b) Sobre o total dos modelos.	66
4.10	(a) e (b) Resultados obtidos para a questão sobre o formato que torna o resultado final do trabalho de um engenheiro de requisitos mais completo.	69
	(a) Por modelo aplicado.	69
	(b) Sobre o total dos modelos.	69
4.11	(a) e (b) A opinião dos entrevistados sobre a ferramenta (mapa mental) para os engenheiros de requisitos.	69
	(a) Por modelo aplicado.	69
	(b) Sobre o total dos modelos.	69
4.12	(a) e (b) Opinião dos entrevistados sobre qual documento a compreensão dos requisitos é mais simples e dinâmica.	70
	(a) Por modelo aplicado.	70
	(b) Sobre o total dos modelos.	70
4.13	(a) e (b) A comunicação com os <i>stakeholders</i> é beneficiado com o uso de mapas mentais.	70
	(a) Por modelo aplicado.	70
	(b) Sobre o total dos modelos.	70
4.14	(a) e (b) Opinião dos entrevistados sobre a possibilidade de utilizar um dos métodos para registrar os requisitos.	71
	(a) Por modelo aplicado.	71
	(b) Sobre o total dos modelos.	71
C.1	Mapa mental do Mogno gerado no MindOmo [24].	93

Lista de Tabelas

1.1	Matriz de Rastreabilidade.	16
2.1	Termos da engenharia de requisitos.	21
4.1	Composição do questionário	55
4.2	Participantes válidos.	55
4.3	Resultado do primeiro e segundo grupo de perguntas.	56
4.4	Exemplo quantitativo das respostas entre os grupos para mapas mentais	57
4.5	Exemplo quantitativo em porcentagem	57
4.6	Resultado do primeiro e segundo grupo de perguntas em porcentagem.	58
4.7	Por modelo.	60
4.8	Por objeto de estudo.	61
4.9	Tabela de dados das perguntas 01 e 08.	62
4.10	Tabela de dados das perguntas 02 e 07.	62
4.11	Totais obtidos sobre a rastreabilidade dos requisitos.	62
4.12	Tabela de dados das pergunta 03, 04 e 05.	63
4.13	Totais obtidos sobre tempo gasto para encontrar informações.	64
4.14	Tabela de dados das perguntas 06, 10 e 11.	65
4.15	Totais obtidos sobre a consistência dos requisitos.	65
4.16	Tabela de dados da pergunta 09.	65
4.17	Resultado do terceiro grupo de perguntas.	67
4.18	Resultado do terceiro grupo de perguntas em porcentagem.	68

Lista de Abreviaturas

ER	Engenharia de requisitos.
ERS	Especificação de Requisitos de Software.
IEEE	Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>).
JUDE	<i>Java and UML Developers Environment</i> .
UML	<i>Unified Modeling Language</i> .
WBS	Estrutura Analítica de Projetos (<i>Work Breakdown Structure</i>).

Introdução

A engenharia de requisitos é empregada para negociar, elicitare, modelar, especificar, documentar e validar o que o cliente deseja de um sistema. Trata-se de conhecimento cuja aplicação é necessária para que requisitos possam ser identificados e documentados. A execução inadequada das atividades da engenharia de requisitos pode atrasar e/ou elevar os custos de um projeto. Um objetivo comum é a documentação clara e precisa dos requisitos [40, 17, 8, 10] (escopo do presente trabalho).

Durante a definição dos requisitos de um sistema, nem todos os interessados dominam as ferramentas comumente empregadas. Por exemplo, o registro de requisitos por meio de casos de uso, embora frequente, envolve notação que não necessariamente é manuseada com fluência por todos os envolvidos. Por outro lado, utilizar mapas mentais (*mind maps*) [38] pode ser uma alternativa efetiva e de baixo custo (hipótese do trabalho).

Os mapas mentais organizam e hierarquizam um assunto em tópicos, ao mesmo tempo em que sintetizam, fornecem uma visão global, registram os detalhes e as interligações do assunto com a utilização de setas, figuras, cores e, desta forma, promovem a absorção de informações de forma intuitiva [11]. Em consequência, tanto dos benefícios atribuídos ao Mapa Mental quanto das dificuldades com o registro de requisitos, investigar o emprego de mapas mentais para tal registro torna-se razoável.

O presente trabalho realiza tal investigação, propõe adequações no emprego de mapas mentais (para ajustar esta notação aos interesses da engenharia de requisitos) e avalia os resultados do uso de mapa mental no contexto da engenharia de requisitos por meio de um experimento.

1.1 O trabalho

O trabalho investiga o uso de mapas mentais como instrumento de registro de requisitos. Para tal é identificado o que se espera de notações candidatas de forma mais detalhada. Por exemplo, em um documento de especificação de requisitos o custo de um requisito é indicado por palavras como "custo alto" ou "custo baixo". Em um mapa mental o mesmo requisito poderia ter uma imagem/figura para representar a mesma informação

Tabela 1.1: *Matriz de Rastreabilidade.*

	Req 1.1	Req 1.2	Req 1.3	Req 2.1	Req 2.2	Req 2.3	Req 3.1	Req 3.2
Req 1.1		D	R					
Req 1.2			D			R		D
Req 1.3	R			R				
Req 2.1			R		D			
Req 2.2								D
Req 2.3								D
Req 3.1								R
Req 3.2								

de forma mais “fácil” de ser aprendida. Embora verossímil, o presente trabalho procura por indícios do que se entende por documentação “clara e precisa”, conforme ressaltado acima.

Um exemplo típico envolve a Tabela 1.1, onde cada R da tabela nos informa que existe algum tipo de relacionamento entre os requisitos relacionados, e o D indica que o requisito linha depende do requisito coluna. Em um mapa mental, conforme Figura 1.1, a rastreabilidade é visualizada por meio do relacionamento (setas) entre requisitos que indicam a dependência entre eles. Noutras palavras, o diagrama da Figura 1.1 resulta em benefícios (por exemplo, rastreabilidade entre os requisitos) quando comparada com a Tabela 1.1.

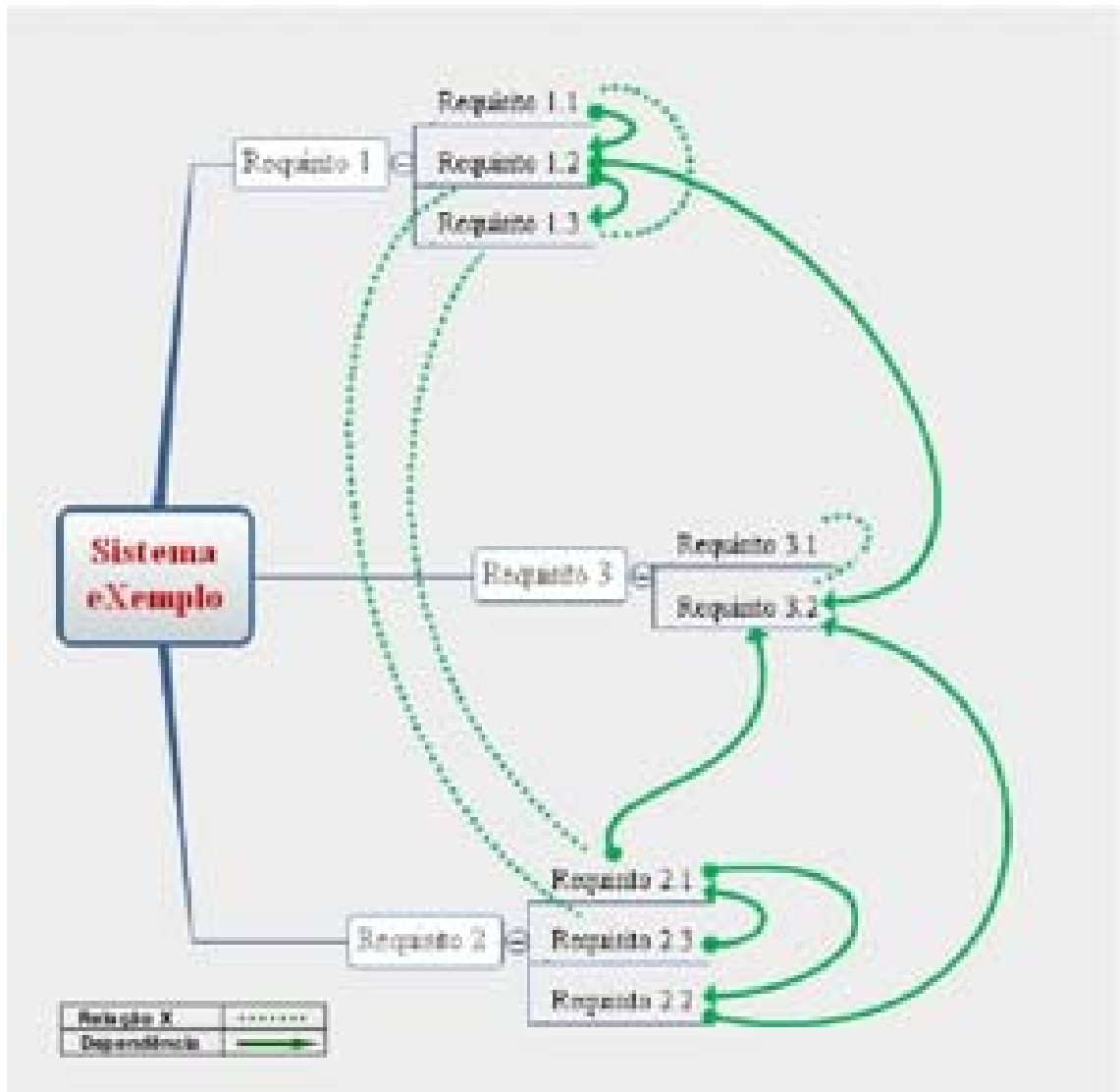


Figura 1.1: Rastreabilidade por meio de um mapa mental.

O objetivo deste trabalho é utilizar mapas mentais personalizados, como feito na Figura 1.1, para registrar requisitos. Após a identificação de elementos desejados em uma Especificação de Requisitos de Software (ERS), propostas de modificações foram feitas para personalizar esta notação para este domínio de emprego específico. As modificações propostas foram ilustradas pelo emprego de uma ferramenta real a fim de demonstrar a viabilidade das alterações e permitir que um experimento, cujo objetivo foi “validar” as modificações sugeridas, fosse realizado.

1.2 Organização do texto

No próximo capítulo são fornecidos conceitos relacionados ao trabalho, funcionalidades e características desejáveis para o registro de requisitos e, adicionalmente,

indícios de que o uso de mapas mentais para o registro de requisitos é uma alternativa que merece atenção. O Capítulo 3 apresenta propostas de cenários “típicos” identificados com o propósito de definir como empregá-los com mapas mentais. O Capítulo 4 aplica o resultado do trabalho em um experimento e relata esta experiência. Finalmente, no Capítulo 5, tem-se as conclusões e considerações finais.

Fundamentação

Este capítulo apresenta os conceitos relevantes da engenharia de requisitos (Seção 2.1) e mapas mentais (Seção 2.2) com o propósito de esclarecer a origem, a motivação, os fundamentos e os insumos do presente trabalho. Adicionalmente, são apresentadas ferramentas compiladas da literatura que fornecem recursos para a criação de mapas mentais (Seção 2.3), bem como funcionalidades (Seção 2.4) esperadas por engenheiros de requisitos em uma ferramenta que apoie suas atribuições. O capítulo termina com a identificação de atributos desejados em Especificações de Requisitos de Software (ERS) (Seção 2.5).

2.1 Engenharia de Requisitos

Requisito é um atributo necessário em um sistema, identifica uma capacidade, característica, ou fator de qualidade de um sistema que tem valor e utilidade para um cliente ou usuário [42]. Requisitos são importantes porque são a base para todo o trabalho de desenvolvimento subsequente.

Glinz e Weringa [10] no editorial da IEEE Software de Março/Abril de 2007 afirmam que *“para construir um sistema, precisamos saber os seus requisitos; para conhecer os seus requisitos, precisamos conhecer os desejos e necessidades dos interessados”*. A engenharia de requisitos é empregada para conhecer os requisitos, isto é, visa negociar, elicitar, modelar, especificar, documentar e validar as necessidades do cliente para que o sistema desejado possa ser construído.

Segundo Pressman [29], a engenharia de requisitos ajuda os engenheiros de software a compreenderem melhor o problema a ser resolvido. Ela inclui um conjunto de tarefas que levam a um entendimento de qual será o impacto do programa sobre o negócio, do que o cliente quer e de como os usuários finais irão interagir com o programa. Ainda acrescenta que o processo de engenharia de requisitos é realizado por meio da execução de sete funções distintas: concepção, levantamento, elaboração, negociação, especificação, validação e gestão.

Segundo Sommerville [35], o objetivo do processo de engenharia de requisitos é criar e manter um documento de requisitos de sistema. O processo geral inclui quatro subprocessos de alto nível de engenharia de requisitos: (a) avaliação da utilidade do sistema para a empresa (estudo da viabilidade); (b) obtenção dos requisitos (elicitação e análise); (c) conversão destes requisitos em alguma formato-padrão (especificação) e (d) verificação de que os requisitos realmente definem o sistema que o cliente deseja (validação). Tanto Pressman quanto Sommerville adotam funções similares.

Engenharia de requisitos também é o processo de descoberta de funcionalidades e restrições de um sistema, identificando interessados (*stakeholders*) e suas necessidades, bem como documentando essas descobertas de uma forma que possibilite a análise, comunicação e uma implementação futura [27]. Isto é, cobre todas as atividades que envolvem a descoberta, documentação, e manutenção de um conjunto de requisitos para um sistema baseado em computador [36]. Segundo [42] as atividades são:

- Identificar os interessados;
- Compreender as necessidades e expectativas dos interessados para efetuar o planejamento do sistema;
- Identificar, esclarecer e definir os requisitos de uma maneira que todos os interessados compreendam a mesma coisa;
- Analisar os requisitos;
- Especificar os requisitos;
- Priorizar os requisitos;
- Derivar os requisitos;
- Particionar os requisitos;
- Alocar os requisitos;
- Rastrear os requisitos;
- Gerenciar os requisitos;
- Testar, verificar e validar os requisitos.

Um processo de Engenharia de Requisitos (ER) é um conjunto estruturado de atividades a serem seguidas para criar, validar e manter um documento de requisitos. Poucas organizações têm um processo de ER explicitamente definido e padronizado [6]. Em [36] é sugerido um modelo genérico de atividades que pode descrever os processos de ER. Este modelo é apresentado na Figura 2.1.

Um dos desafios da engenharia de requisitos é fazer a ponte entre a compreensão do negócio e o projeto/construção do sistema que está sendo desenvolvido. Sem compreender realmente as necessidades e restrições do negócio, corre-se o risco de não satisfazer os interesses do cliente. Outro desafio é a barreira existente na comunicação entre as pessoas envolvidas [43].

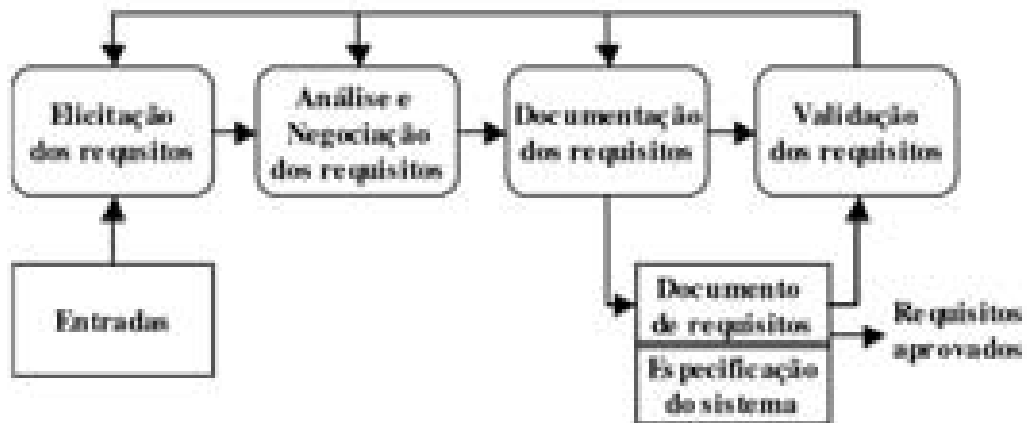


Figura 2.1: Modelo de atividades genérico para processos de Engenharia de Requisitos [36].

Por fim, a tabela 2.1 apresenta termos utilizados na engenharia de requisitos relevantes para a compreensão do presente trabalho.

Tabela 2.1: Termos da engenharia de requisitos.

Termo	Descrição
Ator(es)	Papel que um ser humano, um dispositivo de hardware ou até outro sistema desempenha com o sistema.
Caso de uso	Especificação de um tipo de interação com um sistema [35].
Interessado	<i>Stakeholder</i> em inglês. É a pessoa ou organização que tem influência direta ou indireta sobre os requisitos de sistema [42].
Requisito Funcional	Função ou característica que deve ser implementada em um sistema [35]
Requisito Não-funcional	Restrição ou comportamento esperado que se aplica a um sistema [35].
Unified Modeling Language (UML)	Linguagem gráfica usada no desenvolvimento orientado a objetos, que inclui diversos tipos de modelos que fornecem diferentes visões de um sistema. [35].

2.2 Mapas Mentais

Segundo Tony Buzan [38], "mapa mental é um poderosa técnica gráfica que proporciona um meio universal para libertar o potencial do cérebro. Esta técnica explora toda a gama de competências cortical - palavra, imagem, número, lógica, ritmo, cor e noção espacial - em uma única, singularmente poderosa forma. Ao fazê-lo, dando-lhe a liberdade de itinerância às infinitas extensões do cérebro. E sua origem data do final da década de 60".

Mapas mentais são representações gráficas não-lineares de informações. O desenvolvimento de mapas mentais é relativamente rápido. Além de ser uma forma eficiente para registrar as ideias importantes sobre um campo de observação. Um ponto negativo é que a natureza não-linear impede uma análise formal e rígida que pode resultar em pontos obscuros [22]. A Figura 2.2 ilustra um mapa mental que registra as utilidades do uso dos próprios mapas mentais. Outro exemplo (Figura 2.3) ilustra uma mapa mental que especifica os conhecimentos necessários para um novo funcionário.

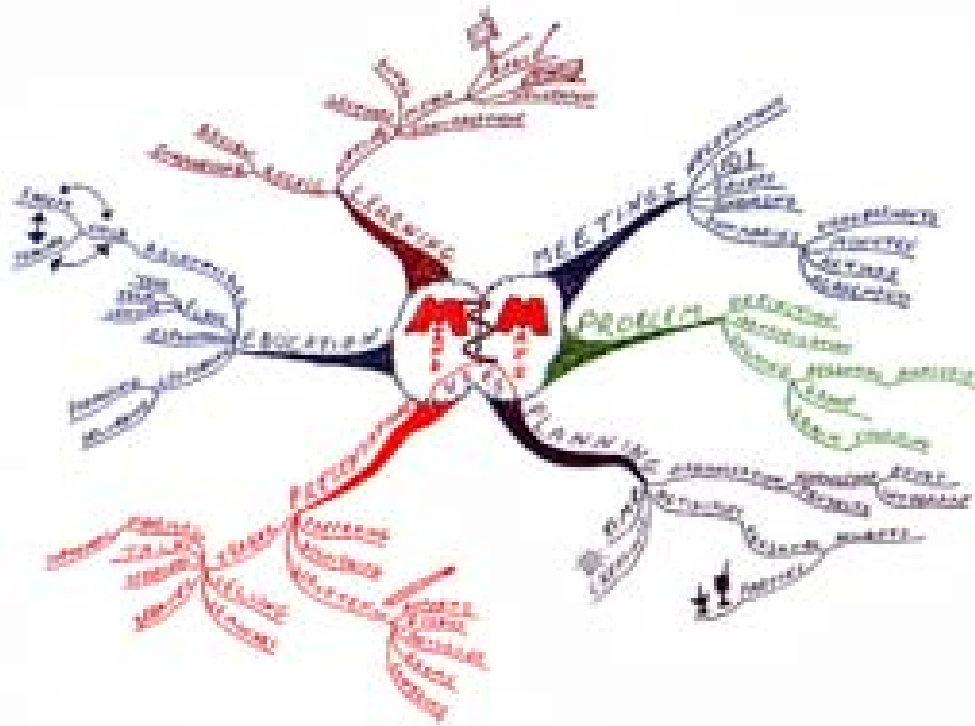


Figura 2.2: Mapa Mental de um mapa mental [20].



Figura 2.3: Mapa Mental para novatos [21].

Mapa Mental é um recurso que canaliza a criatividade porque utiliza habilidades a ela relacionadas, sobretudo “a imaginação, a associação de ideias e a flexibilidade” [4]. Surgiu a partir de observações de seu criador, Tony Buzan, sobre os comportamentos de alunos ou colegas de estudo que obtinham bons resultados utilizando estratégias de trabalho e de anotação diferenciadas. Constatou ainda que obtinham um bom desempenho sem gastar muito tempo de preparo e, ao analisar cuidadosamente como faziam isso, utilizavam desenhos, cores, ilustrações, símbolos e setas, além de marcarem as palavras chaves dos textos de estudo com canetas coloridas [39].

A literatura comprova que o uso de mapas mentais é simples e de fácil compreensão [11, 18, 28, 4, 38]. Viviane Bovo [39] inclui mapas mentais como ferramenta que auxilia na aprendizagem. Ainda acrescenta que Mapa Mental é uma das mais simples de ser aprendida e consequentemente divulgada, além de proporcionar resultados positivos para pessoas que passaram a utilizá-la.

2.3 Ferramentas

Existem várias ferramentas para a construção de mapas mentais. A maioria apresenta funcionalidades semelhantes: interfaces fáceis e simples, inclusão de imagens, subdivisão em tópicos, criação de grafos radiais e outras opções. Algumas delas incluem: FreeMind [9], MindOmo [24], InteliMap [13], NovaMind [26] e MindManager [23]. O JUDE (Java and UML Developers Environment) [14] é uma ferramenta para modelagem UML (*Unified Modeling Language*) que na versão 5.0 inclui a funcionalidade de criar e trabalhar com mapas mentais. As versões gratuitas das ferramentas citadas foram comentadas e comparadas abaixo.

- FreeMind (Figura 2.4) – é um software gratuito para mapeamento mental, pode-se criar diagramas com qualquer tipo de informação de maneiras diferentes e fácil de compreender. Desenvolvido em Java, tem possibilidade de armazenar em XLS, permite relacionamento entre os tópicos, foi criado para o Sistema Operacional Windows e necessita do *Java Runtime Environment* para ser executado.

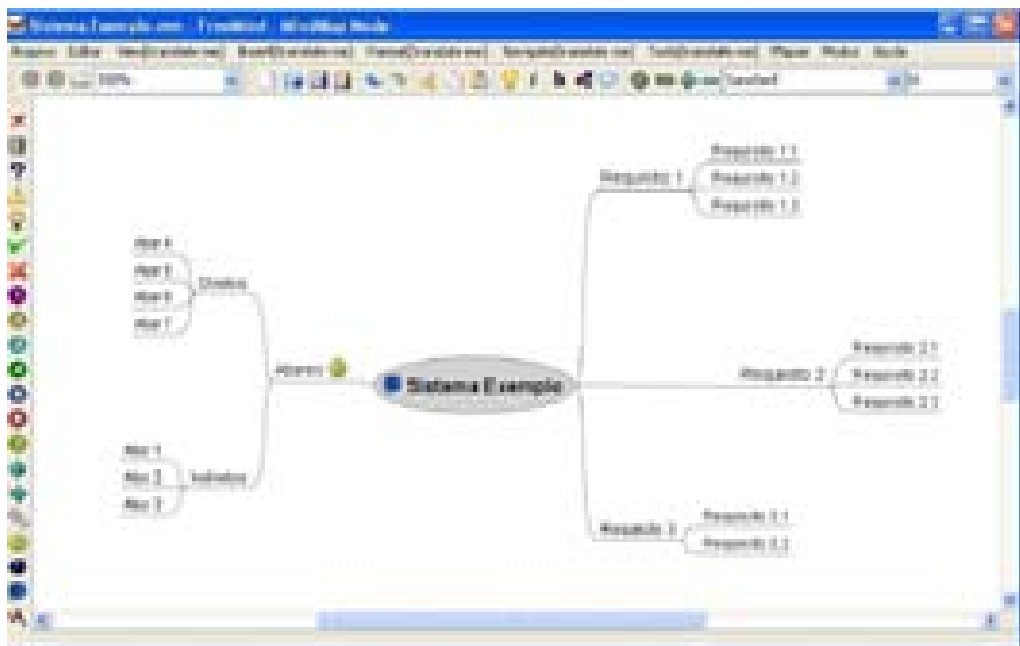


Figura 2.4: Tela do FreeMind [9].

- MindOmo (Figura 2.5) – também é um software gratuito para mapas públicos e também permite relacionamento entre tópicos. A quantidade de imagens que podem ser inseridas é limitada. Acesso livre para qualquer um em qualquer hora de qualquer lugar, só necessitando de uma conexão de internet. Não é necessário instalar nenhum aplicativo pois sua utilização é através de um navegador de internet (Internet Explorer, Mozilla Firefox...), permite compartilhamento (*share*) com outros usuários, e existe a limitação de sete mapas mentais privadas (não-públicas).

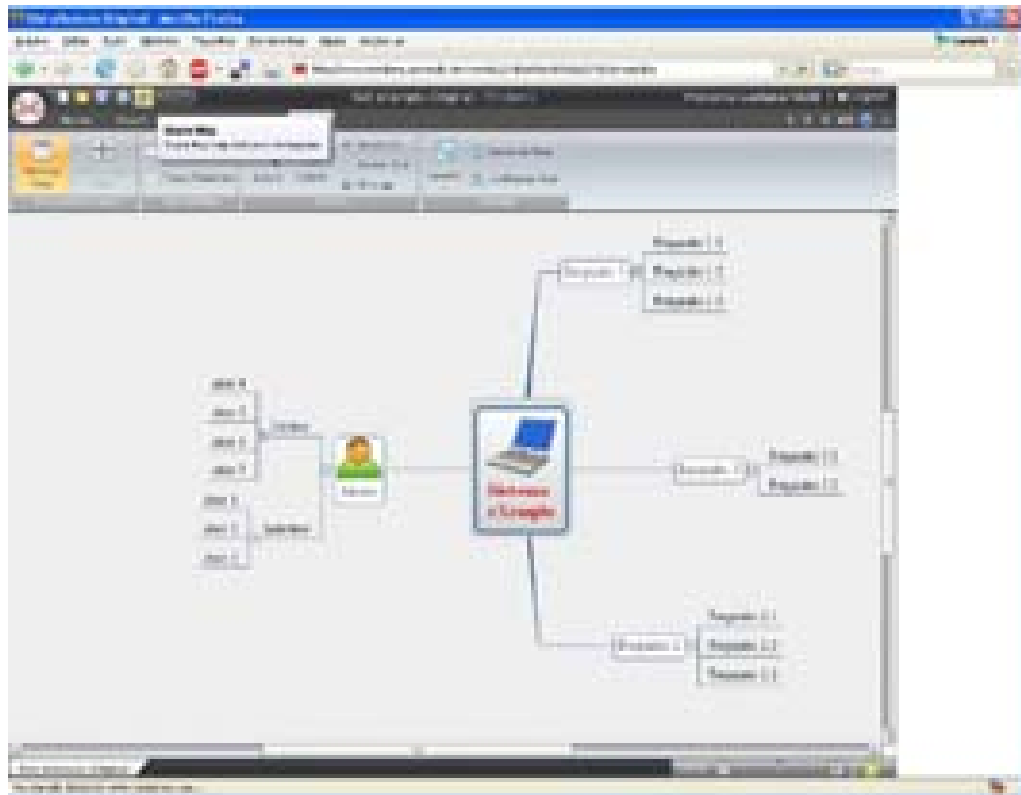


Figura 2.5: Tela do MindOmo [24] em um browser com a opção share em destaque.

- JUDE – *Java and UML Developer's Environment* - é uma ferramenta para modelagem UML que auxilia nos projetos de programas orientados a objetos [14]. Com essa possibilidade foi verificado se a ferramenta teria em um único local (programa) todos os diagramas necessários. A vantagem encontrada no emprego desta ferramenta é que pode-se estabelecer uma relação entre um mapa e um diagrama. Outra vantagem é que caso seja necessário alterar o nome de um objeto, a ferramenta tem a funcionalidade de realizar esta operação em todos os objetos com o mesmo nome de uma única vez e sem perda de identidade (Figura 2.6).

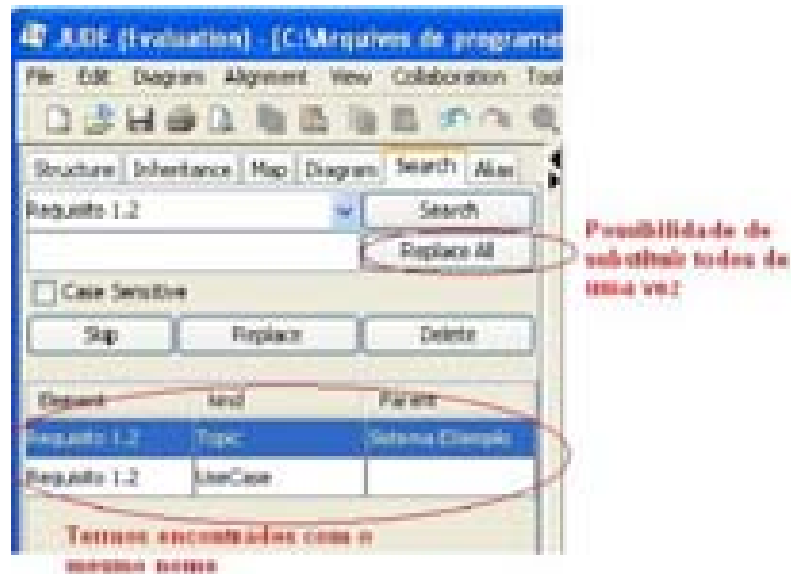


Figura 2.6: Funcionalidade de procurar/substituir no Jude Professional [14].

Alguns pontos devem ser ressaltados. Os testes foram realizados com a versão trial (20 dias) e caso seja necessário compartilhar é necessário adicionar outro software, o JUDE Server [14]. O JUDE Server [14] é um programa gratuito mas para utilizá-lo é necessário o Jude Professional [14] equivalente, que é comercializado. Vale ressaltar que o Jude Server [14] é recomendado para pequenos projetos, que tenham menos de 10 pessoas, pois como o servidor trabalha com um usuário por vez, os demais usuários deverão aguardar até o final desta operação.

Com a investigação destas ferramentas foi possível verificar as vantagens e desvantagens de uma ou outra ferramenta. O mapa mental utilizado no experimento (capítulo 4) foi desenvolvido no MindOmo [24], devido ao fato de apresentar funcionalidades desejáveis, como por exemplo, a possibilidade de ser acessada via internet e com isso permitir o compartilhamento com outros usuários (conforme Figura 2.5). É um diferencial junto as demais ferramentas visto que, com isso, as pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento de sistemas poderão acompanhar a evolução através do uso de mapas mentais.

2.4 Funcionalidade Esperada

Em [12] tem-se uma planilha com informações sobre ferramentas que auxiliam o gerenciamento de requisitos (RequisitePro [31], DOORS [7] e outras). Através desta planilha (apresentada no Anexo A) e em conjunto com [42, 37, 35, 29], relacionou-se

abaixo, as funcionalidades desejáveis por um engenheiro de requisitos em ferramentas que apoiam suas atividades:

1. Para identificação/captura de requisitos:
 - (a) Possibilidade de anexar documentos adicionais que auxiliem o usuário a compreender os requisitos identificados pelo analista;
 - (b) Habilidade de comparar duas versões diferentes de um mesmo documento;
 - (c) Habilidade de automaticamente identificar requisitos através de palavras-chaves, estruturas, identificadores, etc;
 - (d) Habilidade de identificar requisitos de um arquivo texto através de meios interativos como por exemplo, palavras destacadas no texto ou com itens selecionados pelo sistema que são questionados "é um requisito?";
 - (e) Possibilidade de identificar ou criar requisitos manualmente;
 - (f) Oferecer mecanismo para entrada/identificação de requisitos externos à ferramenta;
 - (g) Habilidade de atualizar ligações de documentos existentes com versões novas/modificadas de documentos fontes sem ter que reestabelecer ligações de rastreabilidade;
 - (h) Habilidade de classificar/categorizar requisitos durante a identificação dos mesmos.
2. Habilidade de capturar e mostrar a estrutura (arquitetura, decomposição funcional, WBS (*Work Breakdown Structure*)) dos elementos do sistema graficamente ou textualmente.
3. Possibilidade de alocar para os vários elementos de sistema.
 - (a) Habilidade de derivar/criar ligações e requisitos adicionais entre eles, requisitos para requisitos, ou requisito para texto ou para requisitos derivados.
 - (b) Habilidade de ligar requisitos de performance com elementos do sistemas (risco, custo, peso, etc.).
 - (c) Habilidade para que a ligação entre requisitos seja bidirecional, por exemplo, da implementação voltar para o requisito e do requisito ir para um elemento de sistema.
4. Uso de métricas para medir, rastrear e controlar atividades e resultados sobre os requisitos.
5. Análise de rastreabilidade.
 - (a) Habilidade para o usuário visualizar ligações - de onde eles vem, pra onde eles vão e por que são aplicados.
 - (b) Permitir o usuário identificar inconsistências tal como requisitos indesejáveis ou elementos de sistemas (órfãos).

- (c) Possibilitar que o usuário visualize a origem e o destino dos requisitos (de onde e para onde).
 - (d) Possibilitar a verificação do requisitos (o que e como foi feito). Uma forma de documentar que o requisito foi cumprido, como isso foi feito, e quem foi o responsável por isso.
6. Gerenciamento de configuração.
- (a) Permitir o histórico de mudanças de requisitos (quem, o que, quando, onde, por que, como).
 - (b) Habilidade de comparar e constrar entre várias *baselines*.
 - (c) Permitir um controle de acesso - habilidade de restringir o acesso de alteração/exclusão/inclusão de requisitos. Um requisito poderá ter a capacidade de ser protegido contra modificações, visualizações.
7. Exportar.
- (a) Possibilidade de documentar através de outros tipos de mídia.
 - (b) Possibilidade de documentar para outros programas similares.
 - (c) Possibilidade de gerar relatórios.
8. Trabalho Colaborativo.
- (a) Possibilidade de permitir revisões, correções, comentários correntes ou implementações alternativas.
 - (b) Possibilidade de controlar acesso tanto para requisitos quanto para usuários específicos. Alguns usuários terão acesso a funções específicas ou limitadas.
9. Interface com outras ferramentas.
- (a) Possibilidade de ter interface com programas aplicativos externos.
 - (b) Habilidade de incorporar padrões de banco de dados abertos assim como padrões de linguagens de consulta e formatos de troca.
 - (c) Habilidade de importar dados existentes para criar estruturas sem necessitar efetuar reentrada de informações.
 - (d) Habilidade de apoiar padrões de troca de dados.
10. Troca de informações entre especificações semelhantes ou distintos.
- (a) Possibilidade de troca da informações dentro da ferramenta.
 - (b) Possibilidade de checar e verificar consistência entre conjunto de informações semelhantes.
11. Ambiente de Sistema.
- (a) Possibilidade de ambiente colaborativo.
 - (b) Possibilidade de uso em vários sistemas operacionais.

12. Interface do usuário.

- (a) Habilidade de fazer uma coisa enquanto olha para outra.
- (b) Habilidade de atualizar simultaneamente várias telas. Ou quando várias telas são dispostas uma do lado da outra, alterar uma delas automaticamente atualiza a outra tela relacionada.
- (c) Interface para Web.
- (d) Permite ao usuário criar macros ou scripts para automatizar tarefas.
- (e) Possibilidade de uso da função de editar e refazer.

13. Validação/Verificação.

- (a) Possibilidade de permitir a confirmação da validação/verificação de um requisito.
- (b) Possibilidade de verificar a consistência, completeza e precisão de um documento de requisitos.

Estas são as funcionalidades desejadas por um engenheiro de requisitos.

O trabalho inclui cenários (Capítulo 3) que permitem ressaltar extensões dos mapas mentais, que não são contempladas pelos programas (Freemind [9], MindOmo [24]) atualmente investigados.

2.5 Atributos Desejáveis em uma Especificação de Requisitos de Software

Com o intuito de identificar as características que devem ser visualizadas em uma ERS, foram empregados um livro [42], uma tese de doutorado [30], a norma IEEE std 830-1998 [1] e o modelo de Melhoria de Processo de Software Brasileiro (MPS-BR) - Guia Geral 1.2 [34].

Em [42] encontra-se uma tabela com as características que os requisitos devem ter para serem considerados requisitos de qualidade. Em [30] também encontra-se características de qualidade que documentos de especificação de requisitos devem possuir assim como características de qualidade para requisitos. O padrão IEEE std 830-1998 [1] foi adotado por trazer recomendações sobre a construção dos documentos de especificação de requisitos. O modelo MPS-BR [34] é a referência nacional para melhoria de processos de software.

A seguir segue a lista de características desejáveis compiladas das referências citadas:

- rastreabilidade - é a possibilidade de identificar os relacionamentos do requisito.

- prioridade - é a possibilidade do analista de requisitos formalizar qual é o grau de prioridade que cada requisito representa para ele.
- importância - é a possibilidade do interessado formalizar qual é a importância que cada requisito representa para ele.
- completo - é a possibilidade de refletir as decisões de especificação.
- verificável - é a possibilidade de identificar se que o requisito foi cumprido. E como e quem foi o responsável por isso.
- correto - os fatos relatados sobre o requisito são precisos (exatos) e são tecnicamente e legalmente possíveis.
- consistente - não existe conflitos com outros requisitos.
- modificável - sua estrutura e estilo permite que mudanças sejam realizadas de forma fácil, completa e consistente.
- sem ambiguidade - o requisito só pode ser interpretado de uma única forma (maneira).
- testável - permitir que o requisito seja testado.
- validados - identificar que o requisito foi cumprido conforme especificado.

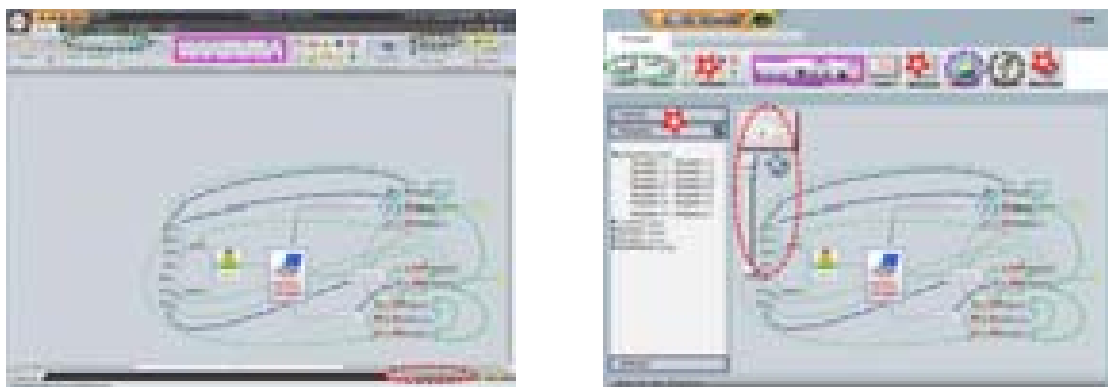
2.6 Conclusões

Se mapas mentais serão empregados para registrar requisitos, então é relevante observar como características desejáveis em uma ERS (Seção 2.5) podem ser encontrados ou fomentados por mapas mentais. Naturalmente, esta forma de registro também deve ser observada da perspectiva das funções esperadas por engenheiros de requisitos em ferramentas que os apoiam (Seção 2.3).

Desenvolvimento de Cenários

O capítulo anterior mostrou as funções desejadas em sistemas para apoiar ações “típicas” para a produção e manutenção de Especificações de Requisitos de Software (seção 2.4). Para viabilizar a investigação do emprego de Mapas Mentais, este capítulo contém propostas de "adequação" de Mapas Mentais. O objetivo é facilitar o emprego de Mapas Mentais no domínio da Engenharia de Requisitos. Tal adequação é apresentada por meio de projetos de interação parciais, ilustrados por cenários para um eventual programa que empregue Mapas Mentais. Neste sentido, ao mesmo tempo em que propostas de extensões de mapas mentais são feitas, a viabilidade de realização delas por meio de uma ferramenta é considerada pelos projetos de interação.

A Figura 3.1 apresenta de forma abrangente as adaptações, onde: (a) os retângulos representam as mesmas funcionalidades de uma tela para a outra; (b) as elipses representam funcionalidades que foram adaptadas; e (c) as estrelas representam novas funcionalidades.



(a) Tela do MindOmo [24].

(b) Tela adaptada.

Figura 3.1: Exemplo das adequações realizadas.

Segundo Sommerville [35], cenários são descrições de exemplos das sessões de interação. Cada cenário abrange uma ou mais interações possíveis. Os cenários descritos nas próximas seções são funcionalidades consideradas desejáveis para um programa que

apoia o uso de mapas mentais no registro de requisitos e foram obtidas da compilação das funcionalidades da Subseção 2.4.

3.1 Acessar o programa de mapa mental para registro de requisitos

Para iniciar o trabalho no sistema é necessário executar um acesso ao sistema: (a) informar login e senha, e após a efetivação, (b) lista as especificações permitidas para o usuário em questão.



Figura 3.2: Acessar o sistema.

3.2 Incluir uma nova Especificação

Para iniciar a construção de um nova especificação (mapa) é necessário, conforme ilustrado na Figura 3.3: (a) escolher esta opção para abrir um novo mapa (especificação) e (b) mostra o resultado da ação na tela.

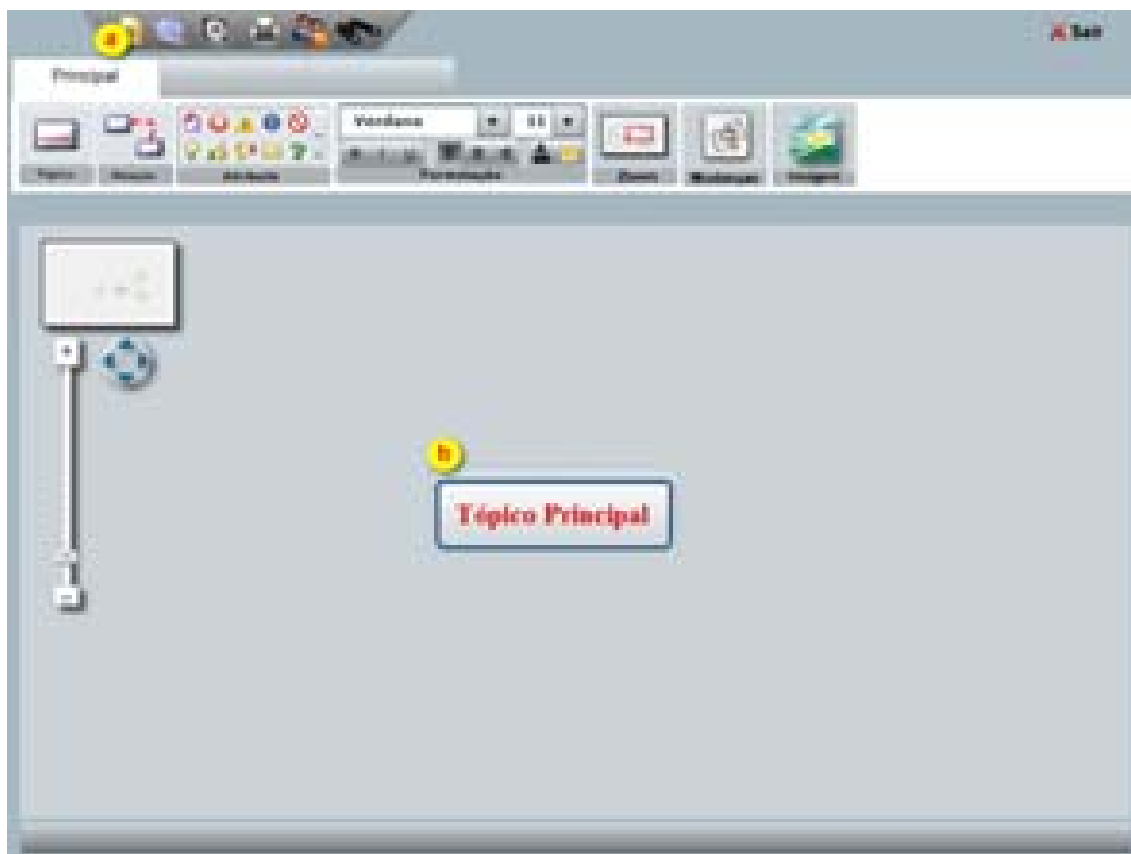


Figura 3.3: *Inclusão de uma nova especificação.*

3.3 Incluir um tópico ou sub-tópico

Após o processo de inclusão de uma nova especificação, o usuário pode inserir novos tópicos. Tópicos são utilizados como forma de dividir os assuntos referentes a especificação em questão.

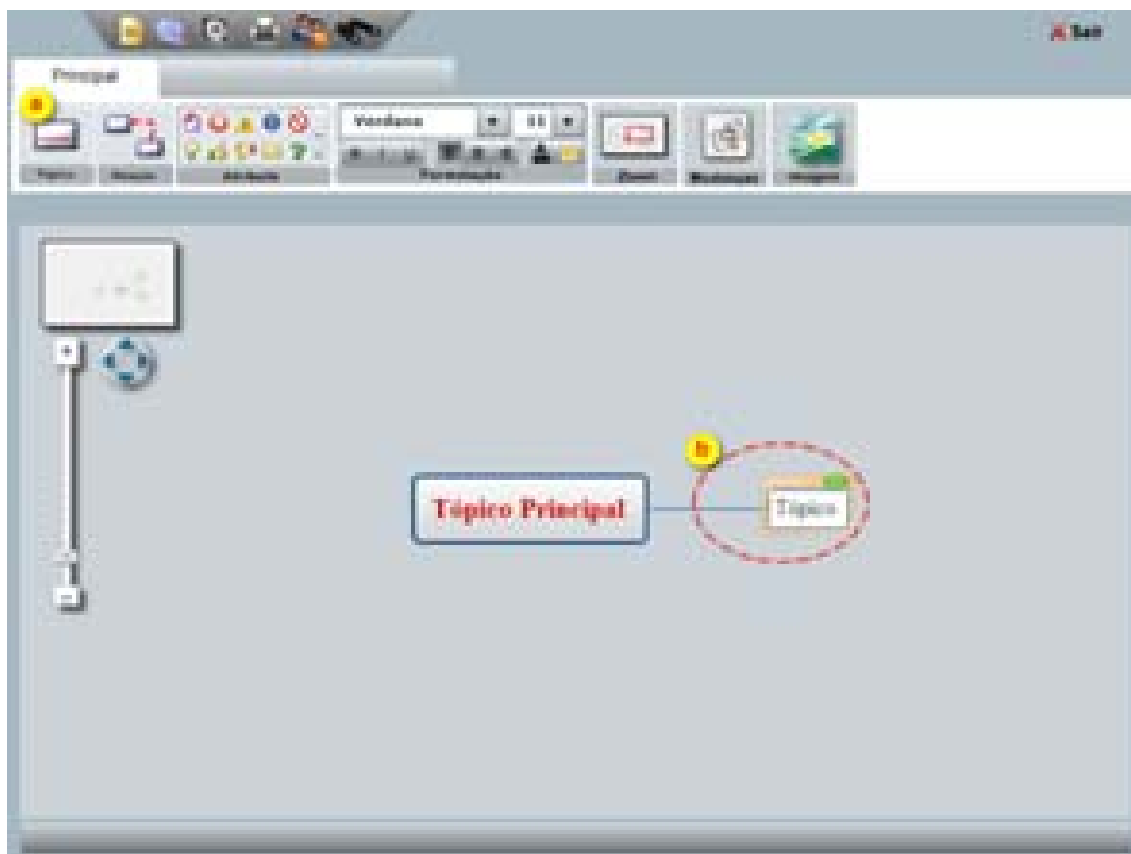


Figura 3.4: *Inclusão de um novo tópico no mapa.*

O processo de incluir um novo tópico ou sub-tópico é idêntico, conforme ilustrado nas Figuras 3.4 e 3.5 onde: (a) é o botão utilizado para efetuar a inclusão e (b) é o resultado da ação.

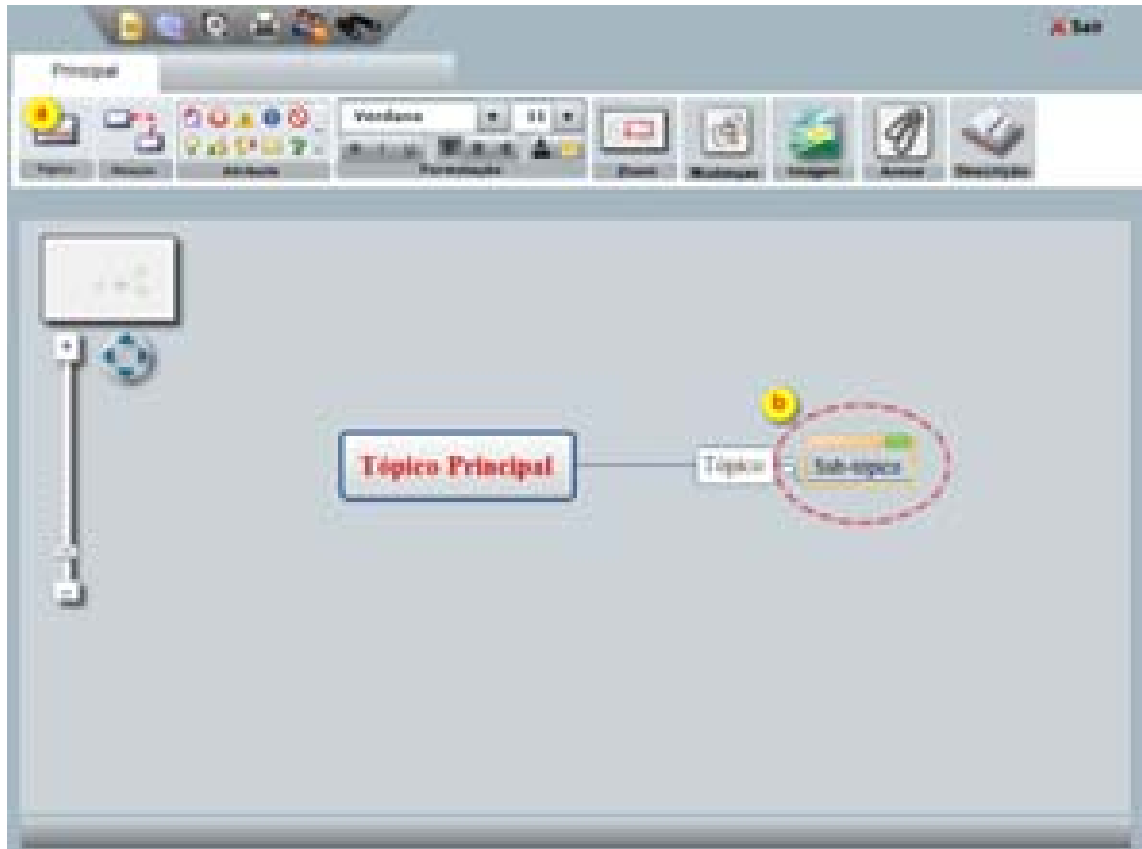


Figura 3.5: *Inclusão de um novo sub-tópico no mapa.*

3.4 Alterar ou excluir um tópico ou sub-tópico

A Figura 3.6 ilustra como o usuário altera ou exclui um tópico ou sub-tópico: (a) selecione um tópico; (b) apresenta a árvore de tópicos com o tópico selecionada editável, com indicativos de quais são os tópicos visíveis no mapa e com possibilidade de configurar funcionalidades; (c) se pressionado, exclui o tópico selecionado e todos os seus dependentes.

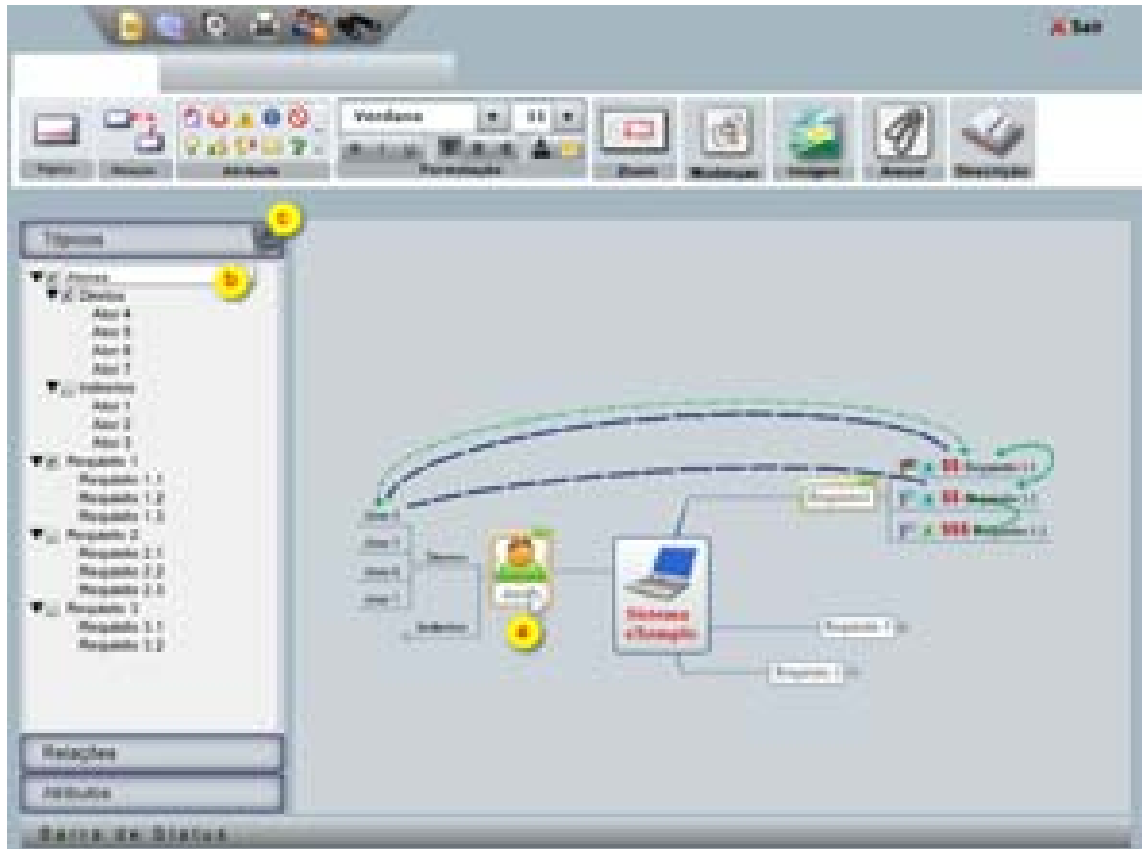


Figura 3.6: Alterar ou excluir um tópico ou sub-tópico.

3.5 Incluir uma nova relação

Para incluir uma nova relação entre dois tópicos de um mapa (Figura 3.7): (a) selecione o ícone relação; (b) selecione a opção novo; (c) aparece uma janela suspensa, onde, o usuário pode definir o nome, direcionamento, cor, espessura, estilo e o botão OK para criar nova relação. Após a criação da relação, o usuário seleciona dois tópicos que terão esta relação.

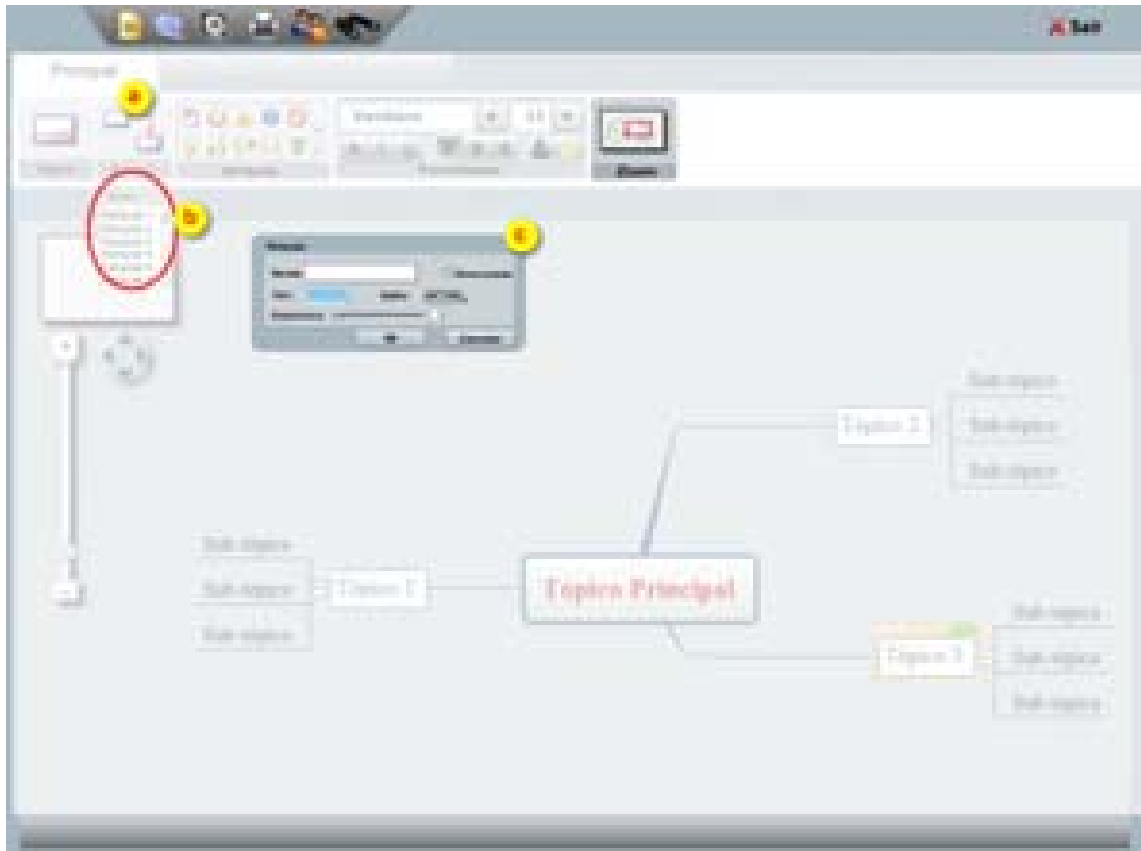


Figura 3.7: Menu suspenso para a inclusão de uma nova relação.

3.6 Incluir uma relação existente

Para incluir uma relação existente entre dois tópicos de um mapa mental (Figura 3.8): (a) selecione o ícone relação, (b) selecione uma relação existente na lista e dois tópicos que participam da relação; e (c) visualização do resultado - relacionamento entre os dois tópicos escolhidos.

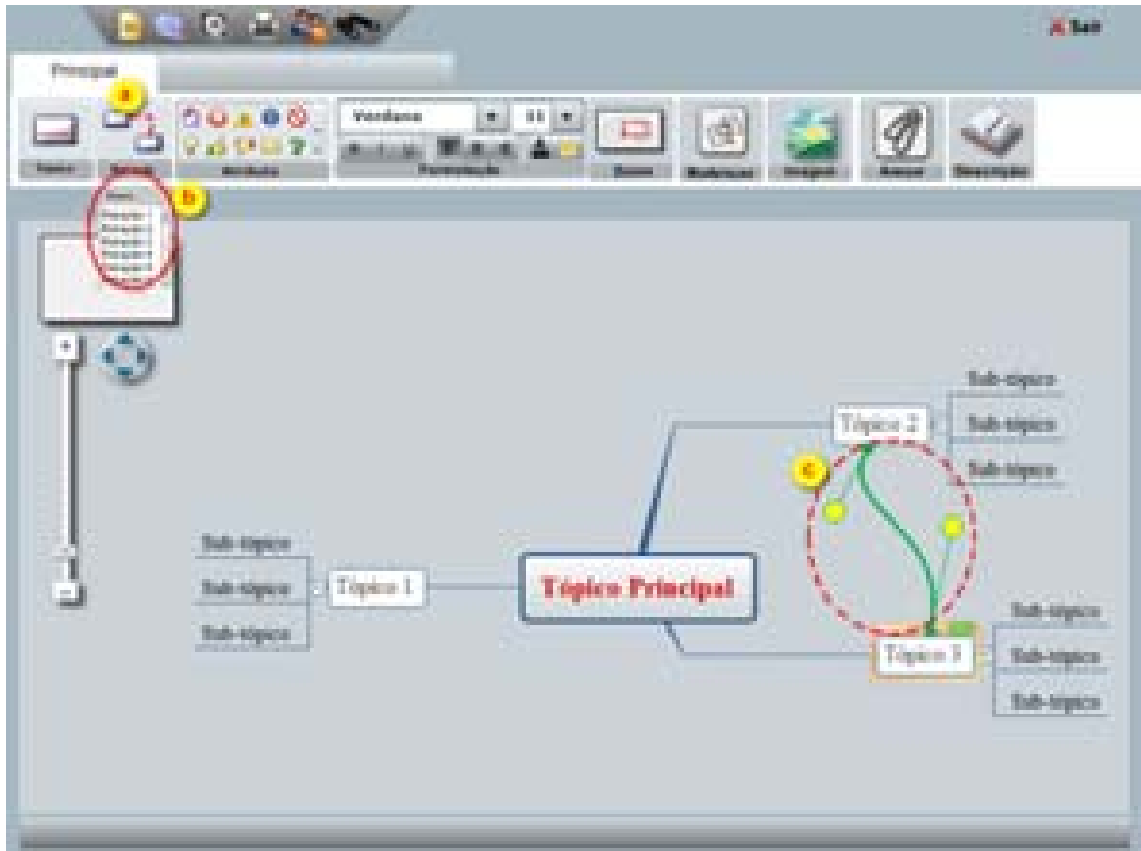


Figura 3.8: Inclusão de uma relação existente em outros tópicos.

3.7 Alterar ou excluir uma relação

A Figura 3.9 ilustra como alterar ou excluir uma relação: (a) selecionar a relação desejada ou qualquer relação; (b) apresenta a árvore de relações e destaca a relação selecionada; (c) botão para modificar os atributos da relação (cor, espessura, direcionamento...); (e) botão para excluir relação selecionada; (d) caixas de verificação que indicam as relações visíveis no mapa

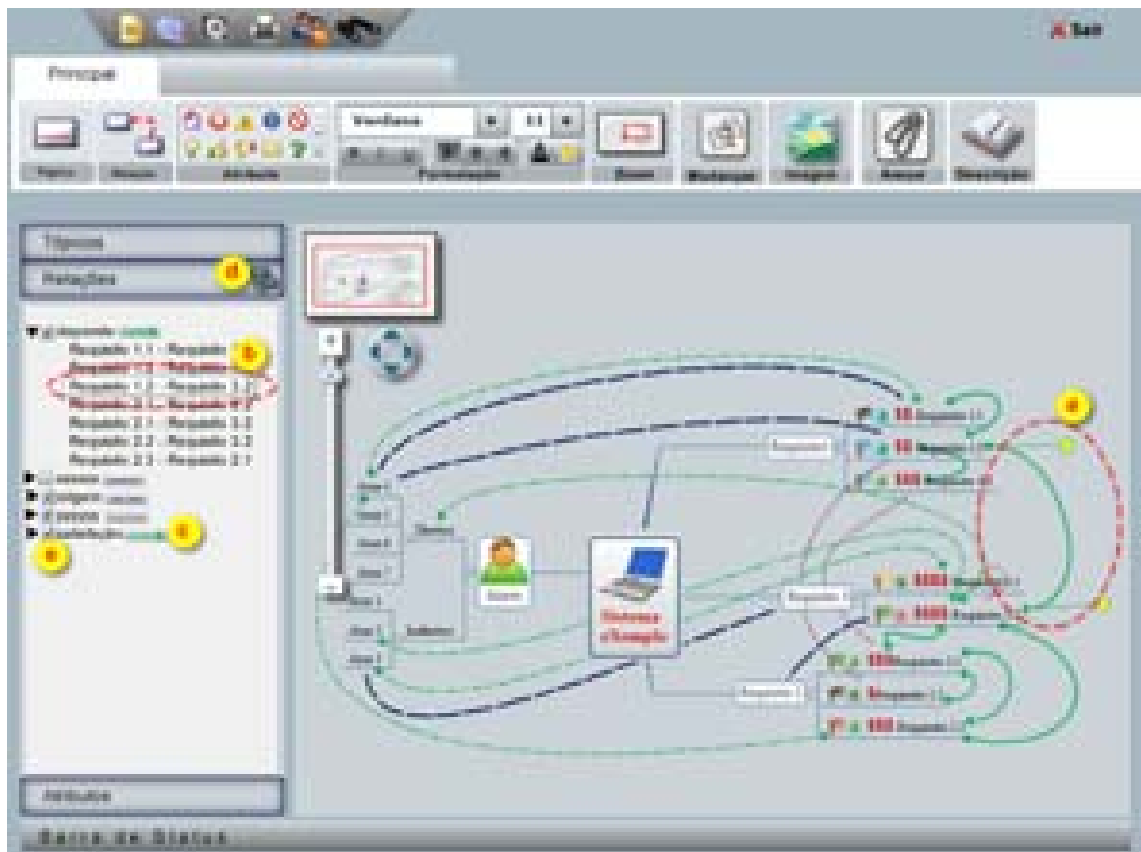


Figura 3.9: Visualizar relações existentes.

3.8 Incluir, alterar ou excluir atributo

Características/atributos desejáveis são configuráveis, pode-se determinar o ícone (imagem/figura) que representa cada característica/atributo (Figura 3.10): (a) passar o mouse sobre um atributo no mapa mostra o nome e o valor do atributo. (b) ao selecionar um atributo no mapa, apresenta-se a árvore de atributos e destaca a atributo (nome, valor, imagem) selecionado; (c) botão para excluir o atributo selecionado; (d) botão para incluir um novo atributo através de uma janela suspensa (Figura 3.11(a)); (e) botão para alterar as configurações (nome, valor, imagem) do atributo selecionado através de uma janela suspensa (Figura 3.11(b)).

Vale ressaltar que as modificações afetam todos os tópicos que contiverem o atributo selecionado, seja na exclusão ou na alteração.

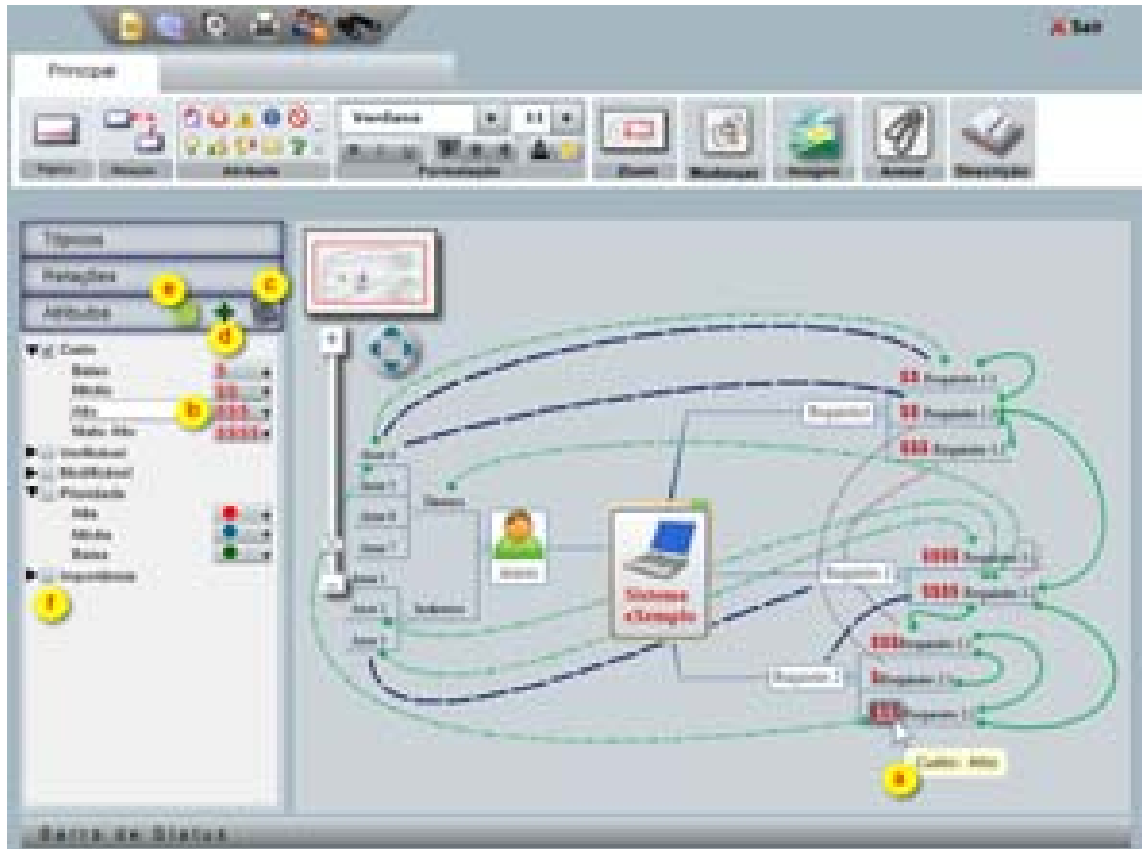
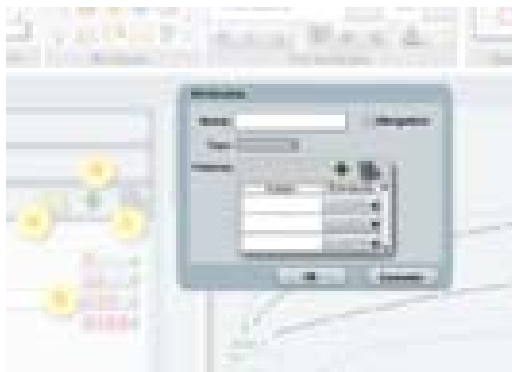
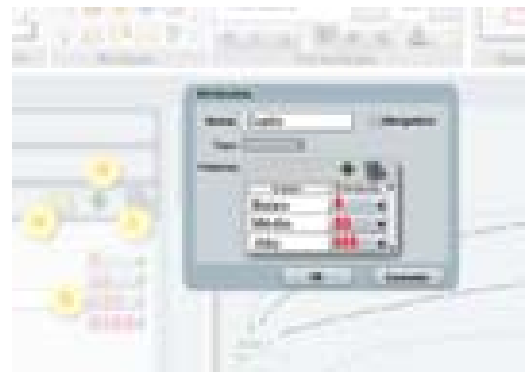


Figura 3.10: Visualizar Atributos existentes.



(a) Novo atributo.



(b) Atributo existente.

Figura 3.11: Menu Suspensa para configuração do atributo selecionado.

3.9 Associar uma imagem a um tópico

Através de uma figura pode-se identificar com maior facilidade um tópico ou sub-tópico. Exemplificou-se esta funcionalidade através da Figura 3.12 onde: (a) botão

para inserir uma figura/imagem em um tópico ou sub-tópico previamente selecionado; (b) janela suspensa que procura um arquivo do tipo imagem (jpg ou gif); (c) resultado da inclusão com possibilidade de redimensionar o tamanho da imagem.

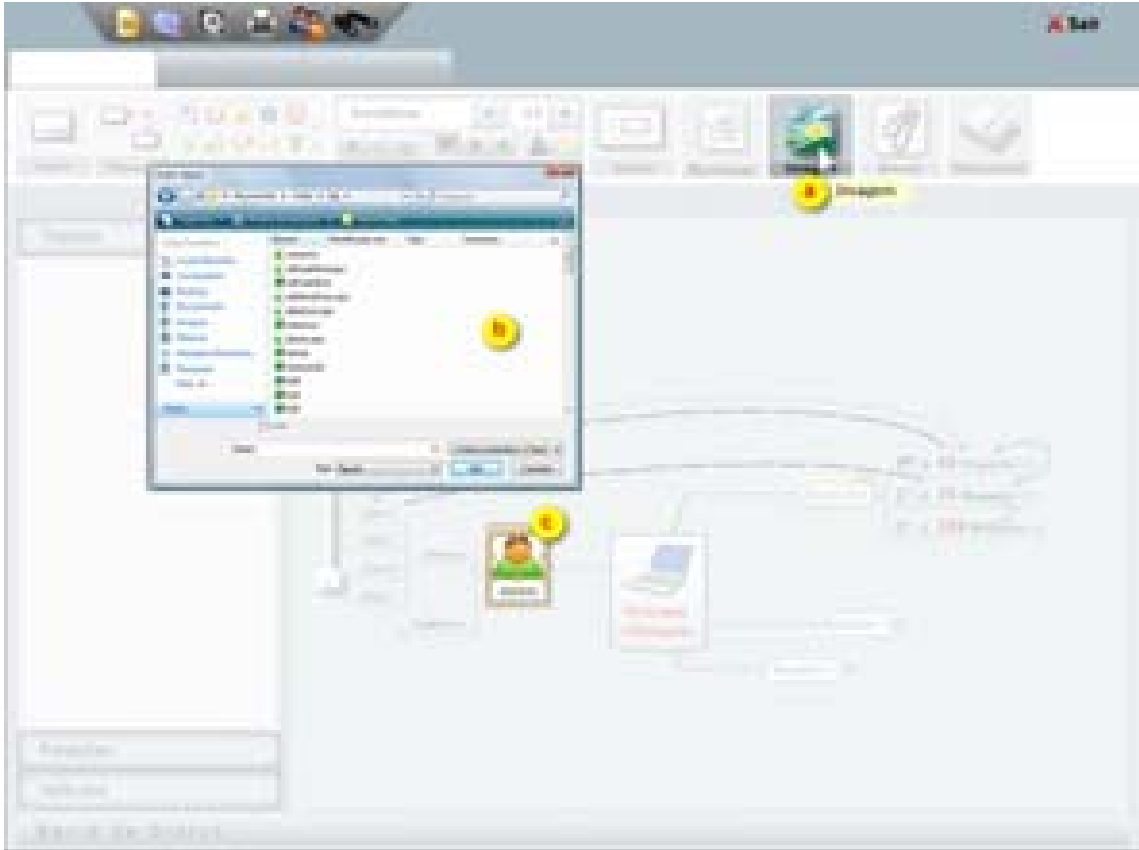


Figura 3.12: *Inserção de uma imagem em um tópico ou sub-tópico.*

3.10 Visualização de um mapa

Existe a preocupação de como um mapa pode ser visualizado pelo usuário. A quantidade de informações contidas em uma especificação que foram transcritas para um mapa afetam a forma como o mesmo é visualizado.

Em um mapa completo (Figura 3.13(a)) a quantidade elevada de informações impossibilita a leitura, por isso existe a funcionalidade de aproximar detalhes do mapa (figura 3.13(b)) e sua relação com o mapa completo (mapa em miniatura no canto superior esquerdo).

Detalhe sobre a Figura 3.13(a): (a) é a miniatura do mapa completo (a caixa vermelha determina o que está sendo visualizado); (b) são setas de movimentação dentro do mapa - setas de rolagem; (c) a porcentagem de zoom; e (d) ativar/desativar as opções de zoom da tela.

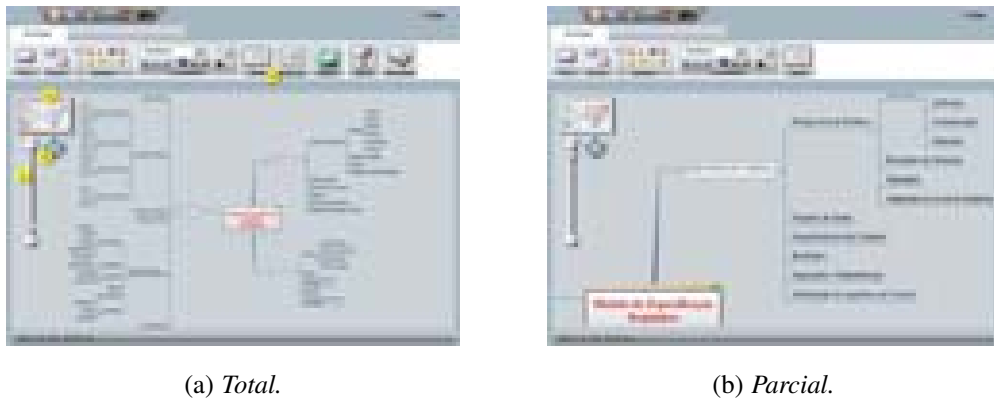


Figura 3.13: *Visualização do mapa.*

As Figuras 3.6, 3.9 e 3.10 vistas anteriormente também são visualizações pois mostram, respectivamente, os tópicos, relacionamentos e atributos do mapa mental.

3.11 Visualizar as diferenças entre versões

A Figura 3.14 representa visualmente as mudanças entre versões do mapa: (a) ativa mudanças entre versões, (b) mostra a última versão armazenada; (c) mostra a penúltima versão armazenada; (d) pode-se optar por outra versão armazenada (através das setas ou através da digitação de uma versão específica pois o número da versão está em uma caixa de texto); e (e) legenda sobre as mudanças entre mapas, os itens que foram incluídos ou excluídos de uma versão para outra.

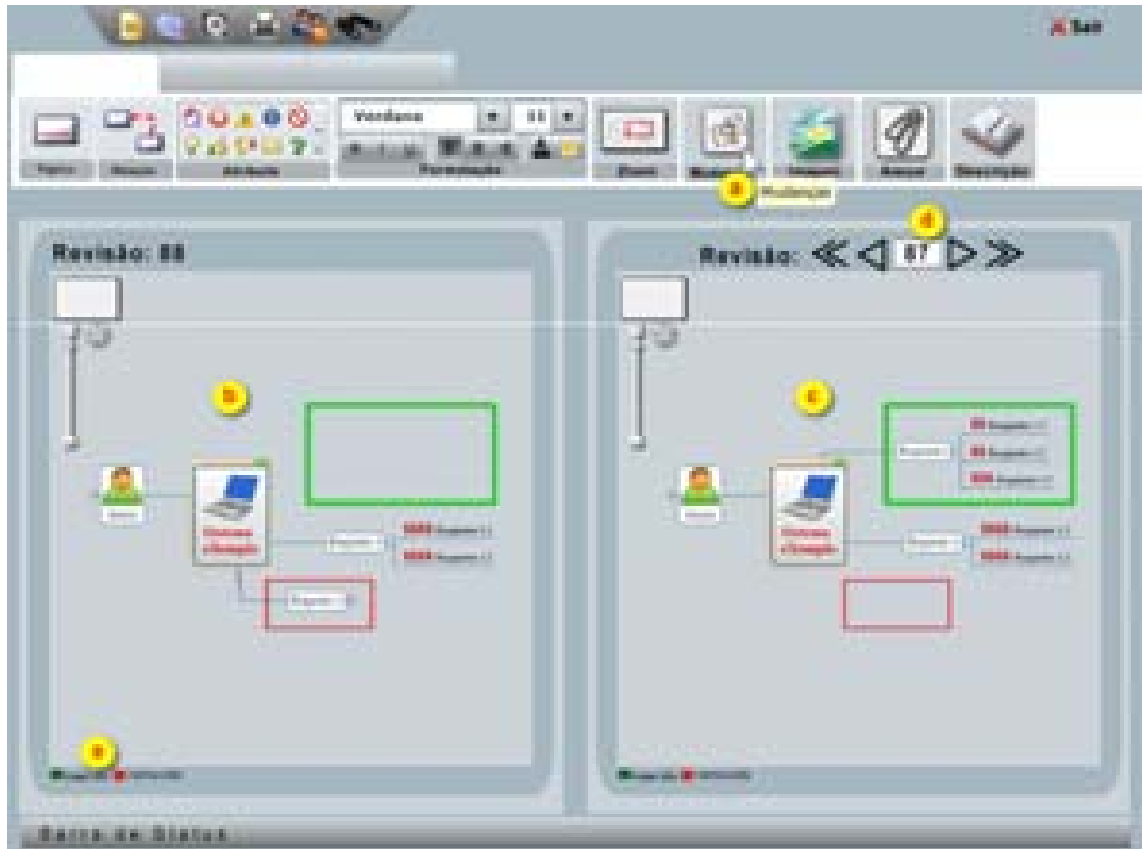


Figura 3.14: Visualização das mudanças entre versões.

3.12 Geração de relatórios

A ferramenta oferece formas de emissão de relatórios através da funcionalidade de exportar o mapa em formato texto. É possível definir os itens que serão impressos da mesma forma que é realizada na construção do mapa. A ferramenta gera relatórios textuais, semelhantes aos textos de especificação de requisitos.

3.13 Incluir ou alterar a descrição de um tópico

Um requisito pode ser descrito com o uso de linguagem natural. A Figura 3.15 ilustra a descrição de um tópico: (a) ao passar o mouse sobre um tópico, aparece uma nota suspensa com a descrição; (b) clique no ícone que representa uma descrição em um tópico, uma janela suspensa é aberta para alteração; e (c) botão (ícone) para incluir uma descrição em um tópico pré-selecionado.

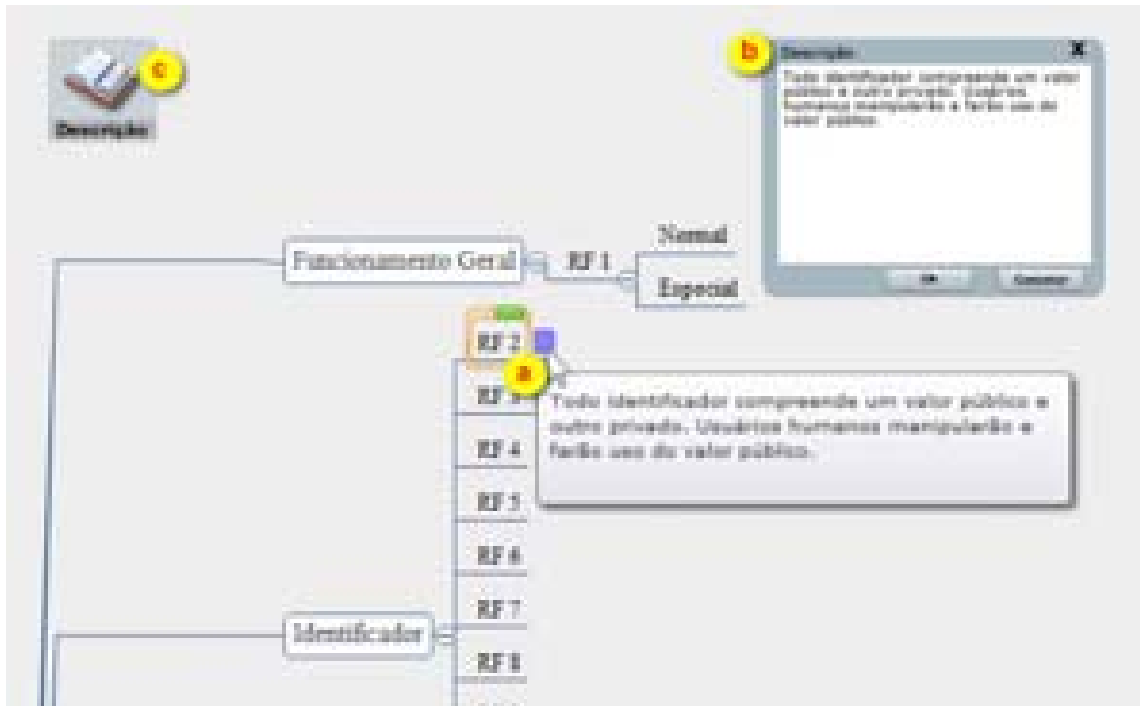


Figura 3.15: Opções possíveis de uma descrição de tópico.

3.14 Granulosidade

Com um clique (nos sinais + ou - que estão entre os itens do mapa) é possível “ocultar” os detalhes dentro de um mapa mental, ilustrado na Figura 3.16 de (a) para (b).

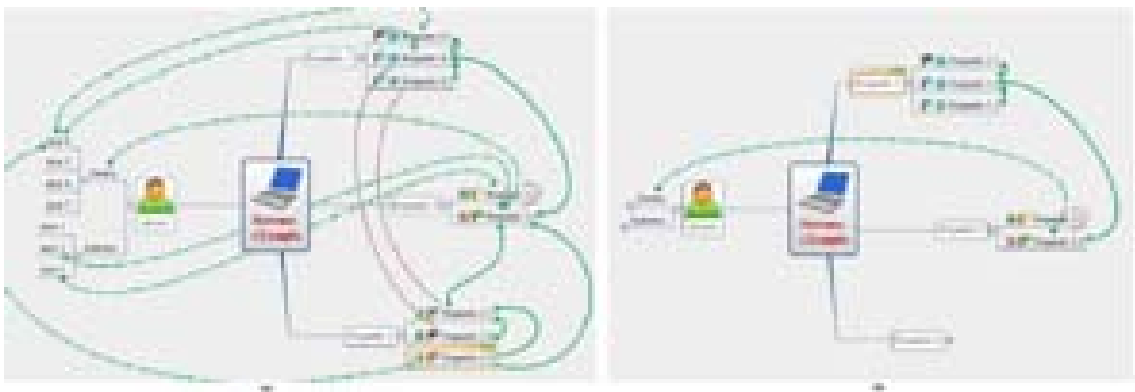


Figura 3.16: Mapa com detalhes visíveis - (a) menor granulosidade e (b) maior granulosidade.

3.15 Localizar/Substituir termos

A Figura 3.17 ilustra como localizar e/ou substituir termos de um mapa mental. Digita-se o nome do termo e após pressionar o botão localizar, todos os termos e seus tipos são listados. Pode-se escolher entre substituir o termo em destaque ou substituir todos os termos de uma única vez através do botão apropriado.

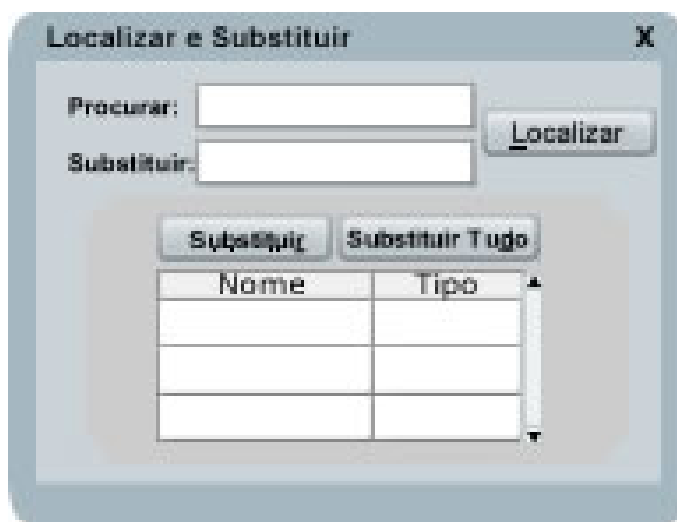


Figura 3.17: Localizar/Substituir termos.

3.16 Controle de Acesso

A forma de controlar o acesso das pessoas envolvidas é ilustrado na Figura 3.2. E a Figura 3.18 ilustra os integrantes de uma equipe para uma especificação. Função disponível para o responsável pela especificação: (a) incluir um novo integrante para a equipe; (b) alterar o papel de um integrante ou incluir um novo papel; e (c) excluir um integrante.

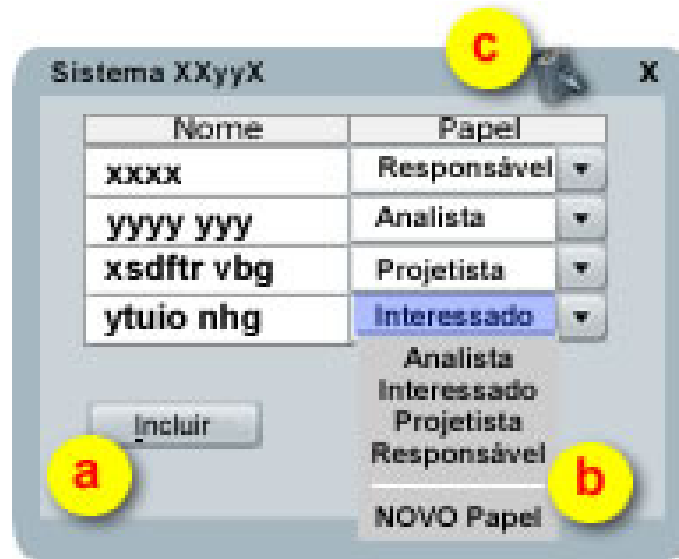


Figura 3.18: Composição da equipe de uma especificação.

3.17 Anexar um arquivo

Alguns tópicos/sub-tópicos necessitam de um documento/arquivo anexado (Figura 3.19): (a) botão para esta funcionalidade, (b) janela suspensa para buscar arquivo que deseja anexar e (c) ícone do arquivo anexado.

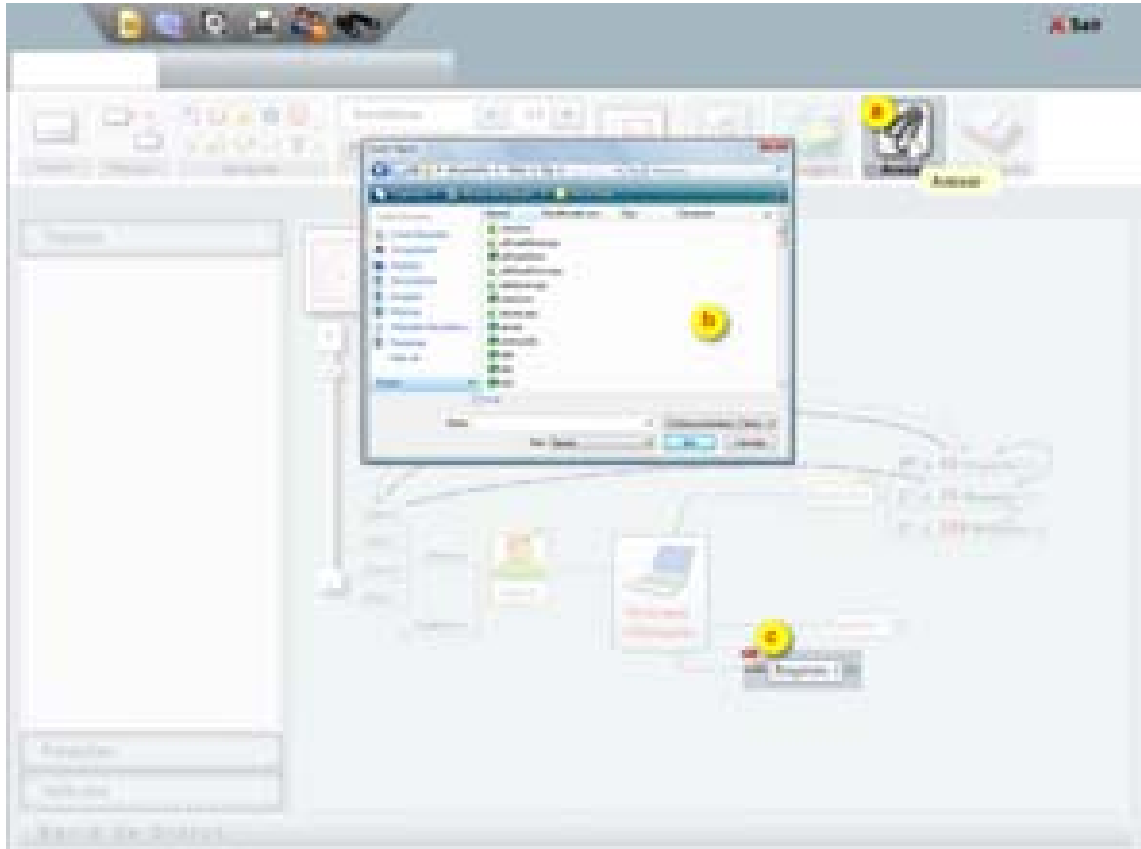


Figura 3.19: *Anexar um arquivo.*

3.18 Comunicação entre colaboradores

Algumas atividades podem automaticamente disparar o envio de um comunicado para todas as pessoas envolvidas no desenvolvimento de uma especificação. E alguns podem enviar correspondências específicas para outras, sendo que isso deverá configurar em um envio automático para o gerente de projeto.

3.19 Adicionar termo no glossário

Cada termo de um dicionário está inserido em um glossário. Um ou vários glossários podem fazer parte de uma especificação. Cada especificação tem um conjunto de glossários. Existem glossários que são pré-determinados, como se fossem, valores-padrão para todas as especificações criadas. Mas se for necessário elas podem ser excluídas da especificação. Um termo pode ser descrito em um glossário. Pode-se ter vários termos com o mesmo nome mas com contextos distintos em diferentes glossários.

3.20 Conclusões

Este capítulo apresentou cenários e para cada um deles, projetos de interação parciais que ilustram uma proposta de como mapas mentais podem ser empregados em tais cenários. Embora seja uma evidência da viabilidade, não oferece nenhum indício qualitativo (assunto do próximo capítulo).

Estudo de Caso - KRAHO

Este capítulo apresenta um estudo de caso por meio do qual alguns elementos qualitativos podem ser investigados no emprego de mapas mentais para registro de requisitos. Baseia-se na especificação de requisitos do sistema Kraho [16], conhecido como Mogno e o mapa mental correspondente (Anexo C). Este mapa mental foi desenvolvido conforme adequações descritas no capítulo anterior. O Mogno e seu mapa mental correspondente são insumos para execução do experimento com o objetivo de verificar a adequação de mapas mentais para o registro de requisitos.

A próxima Seção descreve a origem do objeto de estudo (Mogno). A Seção 4.2 descreve o experimento realizado apresentando-o conforme sugerido em [41]. E a Seção 4.3 compila os resultados do experimento.

4.1 Sistema Kraho

O sistema Kraho é um sistema para apoiar a execução das atividades de desenvolvimento (definição) e gerência de requisitos de software. Este sistema é perceptível aos usuários por meio de um de seus componentes, o programa (ferramenta) que apoia a execução das atividades relacionadas a engenharia de requisitos. Além do programa, Kraho também inclui processos, procedimentos e outros componentes.

Para contextualização, o sistema Kraho é produto de trabalho do Projeto SysReq [37] que surgiu do interesse de oferecer uma ferramenta livre para auxiliar em todas as atividades relacionadas a engenharia de requisitos.

Em Mogno [25] encontra-se parte do documento de especificação de requisitos do sistema Kraho que inclui os requisitos encontrados nas ferramentas atualmente disponíveis. Registro de requisitos usando casos de uso, definição de atributos e de valores para cada requisito são alguns deles.

Embora os processos de desenvolvimento (definição) e gerência de requisitos sejam contemplados pelo Kraho, estes processos não são executados de forma “isolada”, mas “integrada” a outros processos. Informações geradas por outros processos, por exemplo, servem de entrada para os processos considerados pelo Kraho. Em sentido

inverso, informações geridas pelo Kraho alimentam outros processos (Figura 4.1). Em consequência, é esperado que o Kraho possa “conviver” com outras ferramentas por meio de mecanismos que viabilizem tal interação. O ator Ferramenta da Figura 4.1 representa a interação do Kraho com outra ferramenta (*software*). Esta interação visa criar a possibilidade de integração das informações geridas pelo Kraho com aquelas geridas por outras ferramentas, em ambos os sentidos.

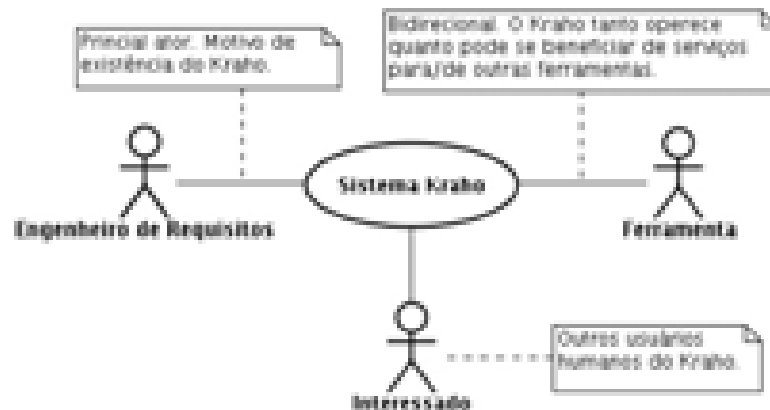


Figura 4.1: Atores do Sistema Kraho [16].

Além de apoiar atividades de engenheiros de requisitos, conforme serviços oferecidos por algumas ferramentas comerciais (RequisitePro [31], Caliber [5], DOORS [7] e outras), o Kraho permite que suas funcionalidades possam ser estendidas através do componente KAPI (Kraho Application Programming Interface).

KAPI [16] (Figura 4.2) é a interface de acesso aos serviços oferecidos pelo Mogno. É por meio desta interface que o código que implementa uma interface gráfica, por exemplo, requisita serviços oferecidos pelo Mogno. Também é por meio desta interface que outras ferramentas poderão usufruir do Mogno como o ator Ferramenta.

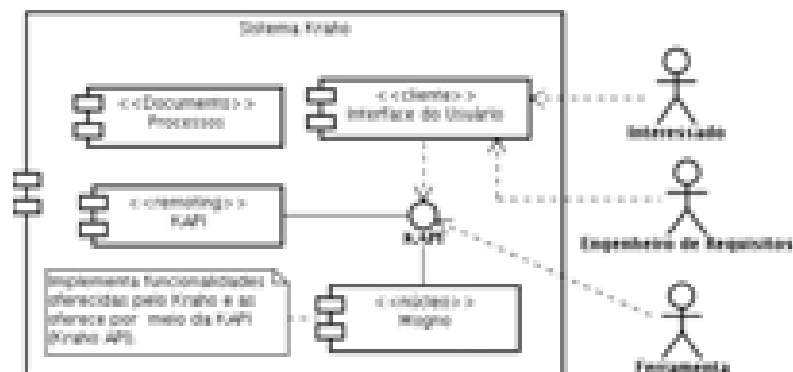


Figura 4.2: Componentes do Sistema Kraho [16].

4.2 Experimento

Descreve o experimento e o apresenta conforme sugerido em [41]. Consiste nas seguintes etapas: definição do experimento (Seção 4.2.1); planejamento do experimento (Seção 4.2.2) e operação do experimento (Seção 4.2.3).

4.2.1 Definição

O modelo para definição do experimento necessita identificar e esclarecer os seguintes itens. O objeto de estudo que delimita o escopo do experimento. O propósito e o foco de qualidade que formam a base para definição de hipóteses. A perspectiva que apresenta de forma sucinta as pessoas envolvidas e o contexto do experimento. Estes itens são apresentados nas seguintes subseções.

Objeto de estudo

A especificação de requisitos do sistema Kraho (Mogno) [16] e o mapa mental correspondente da especificação são os objetos de estudo do experimento. O mapa mental correspondente foi desenvolvido no MindOmo [24] para o experimento.

Propósito

Verificar como as pessoas envolvidas nas tarefas relacionadas a obtenção, manipulação e registro de requisitos utilizam os objetos de estudo.

Foco de qualidade

O foco de qualidade é nos resultados encontrados através da utilização dos objetos de estudo por pessoas envolvidas nas tarefas relacionadas a obtenção, manipulação e registro de requisitos.

Perspectiva

Através do ponto de vista de alunos de graduação e pós-graduação nas atividades executadas durante a investigação.

4.2.2 Planejamento

Seleção do contexto

O experimento foi realizado em laboratório com computadores que auxiliarão no manuseio dos objetos de estudo. Para a especificação de requisitos utilizará o Acrobat Reader [2] e para o mapa mental, utilizará o Mindomo [24].

Os participantes envolvidos no experimento serão divididos em dois grupos, o primeiro grupo responderá a especificação de requisitos e em seguida, o mapa mental. O segundo grupo responderá inversamente, inicialmente o mapa mental e em seguida, a especificação de requisitos.

O objetivo do experimento não é comparar um documento texto com um mapa mental, visto que esta comparação seria desfavorável para um documento texto. O objetivo é verificar como as pessoas envolvidas reagem ao uso de mapa mental nas atividades da engenharia de requisitos.

Formulação da hipótese

Como pessoas envolvidas no processo de eliciação e registro de requisitos afirmam que este processo é um dos mais complexos em relação aos demais processos [40, 15, 19, 32, 17, 33, 3, 8, 10, 44], tem-se a intenção de demonstrar através desta investigação que o uso de mapas mentais para o registro de requisitos é uma forma simples e intuitiva que auxiliará todas as pessoas envolvidas.

E também pode-se verificar se a ordem do objetos de estudo influência nas respostas dos participantes. E em quais questões esta diferenciação ficou evidente ou não.

Seleção de variáveis

As perguntas formuladas no questionário tem o intuito de verificar se características desejáveis pelos engenheiros de requisitos estão descritas/mapeadas nos objetos de estudo. Devido a complexidade e extensão do Sistema Kraho [16], somente algumas características serão avaliadas. Abaixo tem-se as características que serão avaliadas no experimento e as respectivas perguntas:

- sem ambiguidade:

P1: O requisito 25 tem relação com o requisito 32?

P8: É possível verificar se existe ambiguidade nos requisitos?

- rastreabilidade:

P2: É possível identificar a complexidade (quantidade de relacionamentos interligados) do requisito 2?

P7: É possível rastrear os requisitos?

- tempo gasto para encontrar informações:

P3: Tempo gasto para responder a pergunta anterior(pergunta 02) foi superior ou inferior a 30 segundos?

P4: O tempo gasto para verificar se o requisito que afirma que “*os atributos de um requisito podem ser acrescentados, removidos ou alterados*” foi superior ou inferior a 15 segundos.

P5: O componente <id> de um identificador não pode aceitar valor nulo. Gastou mais ou menos de 10 segundos para encontrar esta informação?

- consistente:

P6: Todo requisito é único e está identificado corretamente?

P10: É possível afirmar que os requisitos são suficientes, isto é, não existem requisitos conflitantes.

P11: Os requisitos estão descritos em um nível de detalhe suficiente para que sejam compreendidos.

- atributos identificáveis - prioridade, importância, custo, modificável, verificável...

P9: Os atributos dos requisitos (custo, prioridade, importância) são fáceis de serem identificados?

Além das perguntas acima, o questionário contém perguntas relacionadas a comparação entre os objetos de estudo (especificação de requisitos e mapa mental correspondente) e sobre o uso de mapas mentais nas atividades relacionadas ao registro de requisitos. Tem-se por exemplo, a seguinte pergunta no questionário: “*Qual dos dois formatos torna o resultado final do trabalho de um engenheiro de requisitos mais completo? Um documento de especificação de requisitos ou um mapa mental?*”

Com o questionário (Anexo A) definido, cada participante responderá 31 (trinta e uma) questões objetivas, sendo 11 (onze) para o primeiro objeto de estudo, 11 (onze) para o segundo objeto de estudo e 9 (nove) sobre o uso dos dois objetos de estudo e sobre a utilização de mapas mentais nas atividades relacionadas a engenharia de requisitos. Além das questões objetivas, contribuições e críticas serão relatadas pelos participantes para melhorias futuras.

O tempo estimado para cada participante responder o questionário é de aproximadamente 120 minutos. Considerou-se as seguintes variáveis: (a) apresentação do experimento para os participantes; (b) explicações sobre as ferramentas que serão utilizadas; e (c) esclarecimento sobre as perguntas do questionário.

Seleção dos participantes

A princípio, alunos de especialização, mas viu-se a necessidade de obter um quantitativo maior de informações para que os dados coletados fossem relevantes para o trabalho. Além dos alunos de especialização, colaboraram com o experimento, alunos de mestrado, alunos do penúltimo período do curso de sistemas de informação de uma instituição particular e alunos do último ano do curso de sistemas de informação de uma instituição pública.

4.2.3 Operação dos experimentos

Nesta subseção são descritas as etapas da operação do experimento: preparação, execução e validação dos dados.

Preparação

Um questionário foi criado com uma série de perguntas objetivas e subjetivas. Os dois primeiros grupos de perguntas são idênticas, somente o objeto de estudo utilizado para responder as questões é alternado entre o documento de especificação de requisitos do sistema Kraho [16] e o mapa mental (Anexo C) correspondente. O terceiro grupo de perguntas obtém a opinião dos participantes sobre os dois objetos de estudo e sobre a utilização de mapas mentais nas atividades voltadas ao registro de requisitos.

Execução

O questionário foi respondido pelos participantes através do uso de computadores, da especificação de requisitos em arquivo .pdf e do mapa mental criado no programa MindOmo [24].

Os participantes foram divididos em dois grupos (Tabela 4.1):

- Grupo I (Modelo A) - respondeu os dois primeiros grupos de perguntas do questionário utilizando a especificação de requisitos e o mapa mental, respectivamente. E por fim, o terceiro grupo de perguntas.
- Grupo II (Modelo B) - respondeu de forma inversa as duas partes iniciais do questionário, utilizou inicialmente o mapa mental, em seguida, a especificação de requisitos e por fim o terceiro grupo de perguntas.

Os questionários utilizados para a execução do experimento se encontram no Anexo A.

Validação de dados

Quarenta e nove pessoas participaram do experimento sendo trinta e cinco válidos (Tabela 4.2), quatorze participantes foram excluídos da análise dos dados devido

Tabela 4.1: *Composição do questionário*

Quantidade de perguntas	Grupo I (Modelo A)	Grupo II (Modelo B)
11	Especificação de requisitos	Mapa Mental
11	Mapa Mental	Especificação de requisitos
09	Sobre os anteriores	Sobre os anteriores
31		

a ausência de resposta em grande parte do questionário ou por apresentarem as mesmas respostas, tanto nas questões objetivas quanto subjetivas. Com isso, 16 participantes válidos são do grupo I (modelo A) e 19 são do grupo II (modelo B).

Tabela 4.2: *Participantes válidos.*

Quantidade	Alunos
07	Especialização
09	Mestrado
10	Graduação de uma instituição particular
09	Graduação de uma instituição pública

4.3 Resultados

Os resultados do experimento são compilados e transcritos nesta seção. A Subseção 4.3.1 apresenta os dados quantitativos referentes aos dois primeiros grupos de perguntas. A Subseção 4.3.2 apresenta as informações obtidas através das características analisadas durante o experimento. A Subseção 4.3.3 apresenta os dados encontrados sobre o terceiro grupo de perguntas. E a Subseção 4.3.4 apresenta as considerações subjetivas levantadas no experimento.

4.3.1 Quantitativo

As tabelas 4.3 e 4.17 apresentam os resultados quantitativos do experimento. Em relação aos modelos aplicados sobre os dois primeiros grupos de perguntas (11 para o primeiro objeto de estudo e as mesmas 11 perguntas para o segundo objeto de estudo) resultaram na Tabela 4.3.

Como a quantidade de participantes entre os modelos é diferente, a quantidade de respostas para uma pergunta qualquer entre os modelos não são equivalentes, isto é, a quantidade relatada em um modelo não significa a mesma informação no outro. Por exemplo (Tabela 4.4), na primeira pergunta a quantidade de pessoas que responderam sim para mapas mentais no modelo A é 12 e para o modelo B é 8 sendo a diferença quantitativa

Tabela 4.3: Resultado do primeiro e segundo grupo de perguntas.

	Pergunta	Resposta	Modelo A		Modelo B	
			Doc. Esp. Req.	Mapa Mental	Mapa Mental	Doc. Esp. Req.
1	O requisito 25 tem relação com o requisito 32?	Sim	14	12	08	12
		Não	02	04	11	07
2	É possível identificar complexidade (quantidade de relacionamentos interligados) do requisito 2?	Sim	04	10	13	07
		Não	12	06	06	12
3	Tempo gasto para responder a pergunta anterior foi superior ou inferior a 30 segundos?	Mais	12	07	14	09
		Menos	04	09	05	10
4	O tempo gasto para verificar se o requisito que afirma que "os atributos de um requisito podem ser acrescentados, removidos ou alterados" foi superior ou inferior a 15 segundos	Mais	13	09	08	15
		Menos	03	07	11	04
5	O componente <id> de um identificador não pode aceitar valor nulo. Gastou mais ou menos de 10 segundos para encontrar esta informação?	Mais	11	08	08	11
		Menos	05	08	11	08
6	Todo requisito é único e está identificado corretamente?	Sim	14	14	15	17
		Não	02	02	04	02
7	É possível rastrear os requisitos?	Sim	03	14	15	11
		Não	13	02	04	08
8	É possível verificar se existe ambiguidade nos requisitos?	Sim	06	05	10	09
		Não	10	11	09	10
9	Os atributos dos requisitos (custo, prioridade, importância) são fáceis de serem identificados?	Sim	03	10	12	07
		Não	13	06	07	12
10	É possível afirmar que os requisitos são suficientes, isto é, não existem requisitos conflitantes.	Sim	01	02	03	05
		Não	15	14	16	14
11	Os requisitos estão descritos em um nível de detalhe suficiente para que sejam compreendidos.	Sim	06	08	12	16
		Não	10	08	07	03

igual a 4. Para a segunda pergunta a diferença é 3 e para a terceira pergunta é 7. Para que os dados sejam transparentes foi necessário refazer a tabela e colocar os dados coletados em forma de porcentagem através da fórmula:

$$%Dz = \frac{Dz}{(Dx + Dy + Mx + My)} \quad (4-1)$$

onde,

- **D** e **M** são os objetos de estudo (especificação de requisitos e mapa mental, respectivamente) utilizados em cada grupo do experimento;
- **x** refere-se a primeira opção de resposta da pergunta *k* do questionário;
- **y** refere-se a outra opção de resposta da pergunta *k* do questionário; e
- **z** = x ou y.

Sendo que *k* varia entre **1** e **11** (quantidade de perguntas para cada objeto de estudo do experimento). Aplicando a fórmula na primeira resposta da primeira pergunta do

Tabela 4.4: *Exemplo quantitativo das respostas entre os grupos para mapas mentais*

Pergunta	Resposta	Grupo I (Modelo A)	Grupo II (Modelo B)	Diferença
01	sim	12	08	04
02	sim	10	13	03
03	mais	07	14	07

questionário (Modelo A) tem-se que:

$$\frac{14}{(14 + 02 + 12 + 04)} = 0,438 = 43,8\%$$

Aplicando a fórmula na Tabela 4.4 tem-se como resultado a Tabela 4.5. Avaliando as duas tabelas (4.4 e 4.5) verifica-se a importância de aplicar a fórmula 4-1 para que a interpretação dos resultados não seja equivocada. Por isso, a Tabela 4.3 é refeita e o seu resultado está na Tabela 4.6.

Tabela 4.5: *Exemplo quantitativo em porcentagem*

Pergunta	Resposta	Grupo I (Modelo A)	Grupo II (Modelo B)	Diferença
01	sim	37,5%	21,1%	16,4%
02	sim	31,3%	34,2%	02,9%
03	mais	21,9%	36,8%	14,9%

Através dos dados da Tabela 4.6, criou-se a Tabela 4.7 que apresenta os dados por grupo aplicado (Modelo A e Modelo B) e a Tabela 4.8 que apresenta os dados por objeto de estudo (especificação de requisitos e mapa mental).

Sobre os totais

Outra forma de obter informações do experimento é através do total por grupo aplicado (tabela 4.7) e através do total por objeto de estudo (tabela 4.8).

- O Gráfico 4.3 sobre as diferenças encontradas nas respostas dadas no questionário. Através deste gráfico percebe-se que as diferenças entre os modelos é “suave” enquanto as diferenças entre os objetos de estudo é maior.
- O Gráfico 4.4 foi obtido através dos dados coletados na Figura 4.3 e demonstra que a variação entre os métodos aplicados (por modelo ou por objeto de estudo) é alta. Por exemplo, não há nenhuma variação maior que 15% por modelo aplicado enquanto existem 4 variações maiores que 15% por objeto de estudo. Indicativo de diferença significativa entre os objetos de estudo.

Tabela 4.6: Resultado do primeiro e segundo grupo de perguntas em porcentagem.

Pergunta	Resposta	Modelo A		Modelo B	
		Doc. Esp. Req.	Mapa Mental	Mapa Mental	Doc. Esp. Req.
1 O requisito 25 tem relação com o requisito 32?	Sim	43,8%	37,5%	21,1%	31,6%
	Não	06,3%	12,5%	28,9%	18,4%
2 É possível identificar complexidade (quantidade de relacionamentos interligados) do requisito 2?	Sim	12,5%	31,3%	34,2%	18,4%
	Não	37,5%	18,8%	15,8%	31,6%
3 Tempo gasto para responder a pergunta anterior foi superior ou inferior a 30 segundos?	Mais	37,5%	21,9%	36,8%	23,7%
	Menos	12,5%	28,1%	13,2%	26,3%
4 O tempo gasto para verificar se o requisito que afirma que "os atributos de um requisito podem ser acrescentados, removidos ou alterados" foi superior ou inferior a 15 segundos	Mais	40,6%	28,1%	21,1%	39,5%
	Menos	09,4%	21,9%	28,9%	10,5%
5 O componente <id> de um identificador não pode aceitar valor nulo. Gastou mais ou menos de 10 segundos para encontrar esta informação?	Mais	34,4%	25,0%	21,1%	28,9%
	Menos	15,6%	25,0%	28,9%	21,1%
6 Todo requisito é único e está identificado corretamente?	Sim	43,8%	43,8%	39,5%	44,7%
	Não	06,3%	06,3%	10,5%	05,3%
7 É possível rastrear os requisitos?	Sim	09,4%	43,8%	39,5%	28,9%
	Não	40,6%	06,3%	10,5%	21,1%
8 É possível verificar se existe ambiguidade nos requisitos?	Sim	18,8%	15,6%	26,3%	23,7%
	Não	31,3%	34,4%	23,7%	26,3%
9 Os atributos dos requisitos (custo, prioridade, importância) são fáceis de serem identificados?	Sim	09,4%	31,3%	31,6%	18,4%
	Não	40,6%	18,8%	18,6%	31,6%
10 É possível afirmar que os requisitos são suficientes, isto é, não existem requisitos conflitantes.	Sim	03,1%	06,3%	07,9%	13,2%
	Não	46,9%	43,8%	42,1%	36,8%
11 Os requisitos estão descritos em um nível de detalhe suficiente para que sejam compreendidos.	Sim	18,8%	25,0%	31,6%	42,1%
	Não	31,3%	25,0%	18,6%	07,9%

- O Gráfico 4.5 foi extraída das tabelas 4.7 e 4.8. Através deste gráfico é possível visualizar que o diferencial entre os totais são mínimos (de 0% a 1,4%). Indicativo de que para o resultado final do experimento a ordem de utilização dos objetos de estudo não influencia no resultado final.

4.3.2 Sobre as características desejáveis

As Tabelas 4.11, 4.13 e 4.15 apresentam a compilação dos dados obtidos sob a perspectiva dos totais (por grupo e por objeto de estudo) encontrados durante o experimento para as características investigadas. Estes dados também são apresentados em forma de gráficos (Figuras 4.6, 4.7 e 4.8). A seguir tem-se a análise dos dados obtidos.

Sem ambiguidade

A Tabela 4.9 apresenta os dados coletados sobre a não-ambiguidade dos requisitos através das perguntas 01 e 08 do questionário.

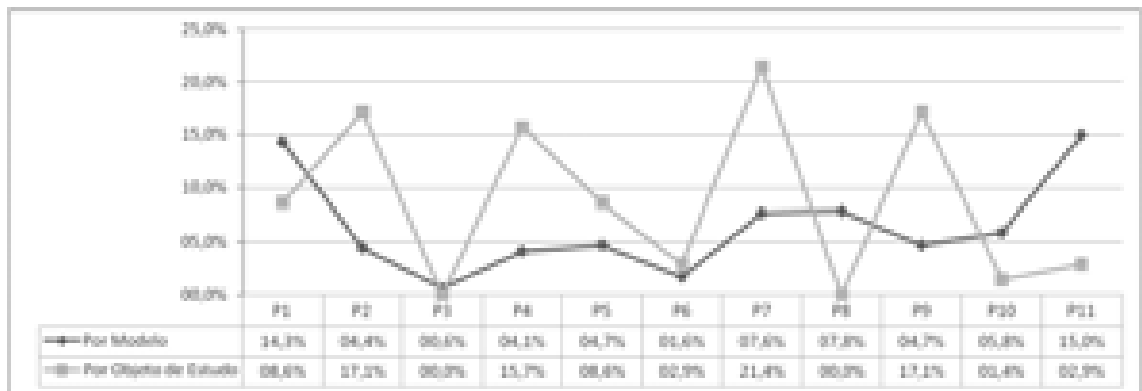


Figura 4.3: *Diferencial sobre os métodos aplicados no experimento.*

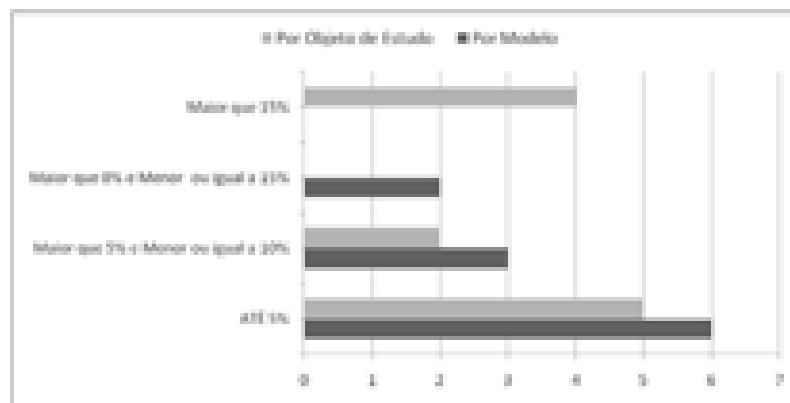


Figura 4.4: *Quantitativo das diferenças entre métodos.*

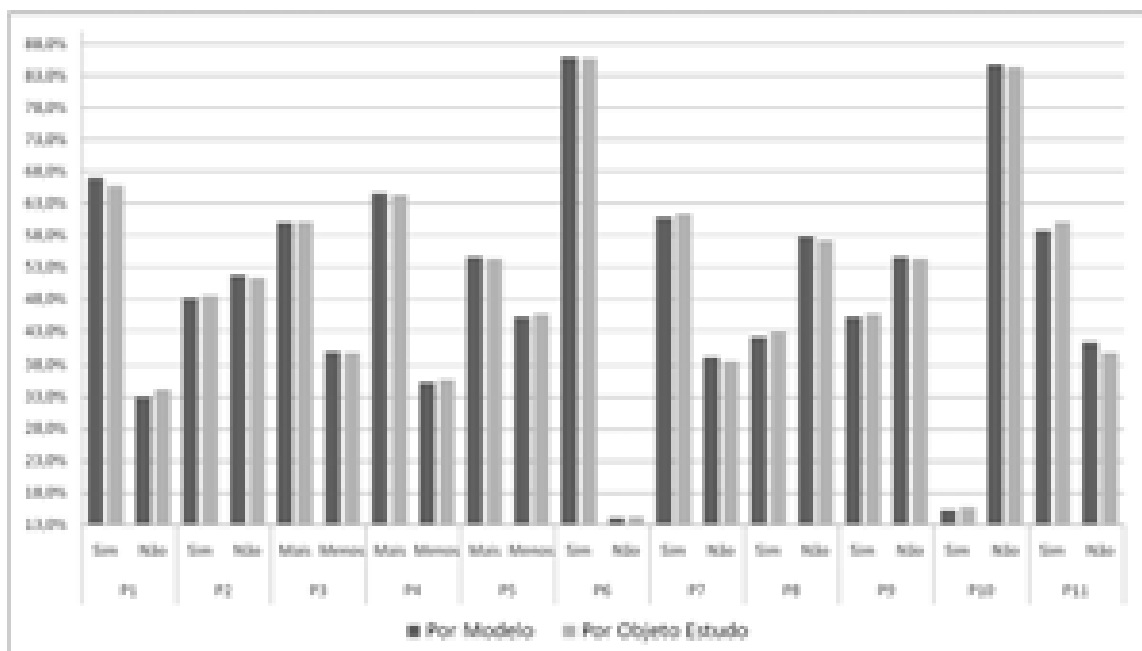


Figura 4.5: *Totais sobre os métodos aplicados.*

Tabela 4.7: Por modelo.

	Pergunta	Resposta	Modelo A	Modelo B	TOTAL
1	O requisito 25 tem relação com o requisito 32?	Sim	40,6%	26,3%	66,9%
		Não	09,4%	23,7%	33,1%
2	É possível identificar complexidade (quantidade de relacionamentos interligados) do requisito 2?	Sim	21,9%	26,3%	48,2%
		Não	28,1%	23,7%	51,8%
3	Tempo gasto para responder a pergunta anterior foi superior ou inferior a 30 segundos?	Mais	29,7%	30,3%	60,0%
		Menos	20,3%	19,7%	40,0%
4	O tempo gasto para verificar se o requisito que afirma que "os atributos de um requisito podem ser acrescentados, removidos ou alterados" foi superior ou inferior a 15 segundos	Mais	34,4%	30,3%	64,6%
		Menos	15,6%	19,7%	35,4%
5	O componente <id> de um identificador não pode aceitar valor nulo. Gastou mais ou menos de 10 segundos para encontrar esta informação?	Mais	29,7%	25,0%	54,7%
		Menos	20,3%	25,0%	45,3%
6	Todo requisito é único e está identificado corretamente?	Sim	43,8%	42,1%	85,9%
		Não	06,3%	07,9%	14,1%
7	É possível rastrear os requisitos?	Sim	26,6%	34,2%	60,8%
		Não	23,4%	15,8%	39,2%
8	É possível verificar se existe ambiguidade nos requisitos?	Sim	17,2%	25,0%	42,2%
		Não	32,8%	25,0%	57,8%
9	Os atributos dos requisitos (custo, prioridade, importância) são fáceis de serem identificados?	Sim	20,3%	25,0%	45,3%
		Não	29,7%	25,0%	54,7%
10	É possível afirmar que os requisitos são suficientes, isto é, não existem requisitos conflitantes.	Sim	04,7%	10,5%	15,2%
		Não	45,3%	39,5%	84,8%
11	Os requisitos estão descritos em um nível de detalhe suficiente para que sejam compreendidos.	Sim	21,9%	36,8%	58,7%
		Não	28,1%	13,2%	41,3%

• **Pergunta 01:** O requisito 25 tem relação com o requisito 32?

Esta pergunta foi criada com o intuito de verificar a existência ou não da relação entre dois requisitos específicos. A seguir, tem-se um breve esclarecimento.

- requisito 25: *“Todo atributo possui um dos seguintes tipos possíveis: texto, lista, numérico, faixa numérica ou expressão.”*
- requisito 32: *“É predefinido o atributo cujo nome é “tipo”. Este atributo é do tipo “lista”. Para este atributo os seguintes valores estão definidos: necessidade, requisito de interessado, requisito de sistema, requisito de software funcional e requisito de software não funcional.”*

O termo “tipo” entre os dois requisitos não tem o mesmo contexto, isto é, não existe nenhuma relação entre eles. É um exemplo típico de um problema real em uma especificação de requisitos, e comprovado na Tabela 4.9, onde, a maioria dos participantes responderam que entre os dois requisitos existe algum relacionamento. Os participantes que utilizaram como objeto de estudo inicial a especificação de requisitos em linguagem natural apresentaram tendência na resposta para o segundo objeto de estudos. Perceptível devido ao comportamento dos participantes do outro grupo, que na sua maioria foram contraditórios nas respostas entre os dois objetos de estudos (Tabela 4.9).

Tabela 4.8: *Por objeto de estudo.*

	Pergunta	Resposta	Doc. Esp. Req.	Mapa Mental	TOTAL
1	O requisito 25 tem relação com o requisito 32?	Sim	37,1%	28,6%	65,7%
		Não	12,9%	21,4%	34,3%
2	É possível identificar complexidade (quantidade de relacionamentos interligados) do requisito 2?	Sim	15,7%	32,9%	48,6%
		Não	34,3%	17,1%	51,4%
3	Tempo gasto para responder a pergunta anterior foi superior ou inferior a 30 segundos?	Mais	30,0%	30,0%	60,0%
		Menos	20,0%	20,0%	40,0%
4	O tempo gasto para verificar se o requisito que afirma que "os atributos de um requisito podem ser acrescentados, removidos ou alterados" foi superior ou inferior a 15 segundos	Mais	40,0%	24,3%	64,3%
		Menos	10,0%	25,7%	35,7%
5	O componente <id> de um identificador não pode aceitar valor nulo. Gastou mais ou menos de 10 segundos para encontrar esta informação?	Mais	31,4%	22,9%	54,3%
		Menos	18,6%	27,1%	45,7%
6	Todo requisito é único e está identificado corretamente?	Sim	44,3%	41,4%	85,7%
		Não	05,7%	08,6%	14,3%
7	É possível rastrear os requisitos?	Sim	20,0%	41,4%	61,4%
		Não	30,0%	08,6%	38,6%
8	É possível verificar se existe ambiguidade nos requisitos?	Sim	21,4%	21,4%	42,9%
		Não	28,6%	28,6%	57,1%
9	Os atributos dos requisitos (custo, prioridade, importância) são fáceis de serem identificados?	Sim	14,3%	31,4%	45,7%
		Não	35,7%	18,6%	54,3%
10	É possível afirmar que os requisitos são suficientes, isto é, não existem requisitos conflitantes.	Sim	08,6%	07,1%	15,7%
		Não	41,4%	42,9%	84,3%
11	Os requisitos estão descritos em um nível de detalhe suficiente para que sejam compreendidos.	Sim	31,4%	28,6%	60,0%
		Não	18,6%	21,4%	40,0%

- **Pergunta 08:** É possível verificar se existe ambiguidade nos requisitos?

Através da Tabela 4.9 é possível verificar que a variação das respostas entre os objetos de estudo de cada modelo são próximas. Indicativo de consistência nos dados coletados.

- Modelo A - 18,8% para 15,6% = 03,1% de diferença.
- Modelo B - 26,3% para 23,7% = 02,6% de diferença.

Rastreabilidade

A Tabela 4.10 apresenta os dados sobre a rastreabilidade dos requisitos. Estes dados são obtidos através das perguntas 02 e 07 do questionário.

- **Pergunta 02:** É possível identificar a complexidade (quantidade de relacionamentos interligados) do requisito 2?
- **Pergunta 07:** É possível rastrear os requisitos?

Através da análise da Tabela 4.11 e dos gráficos (Figuras 4.6(a) e 4.6(b)) tem-se que a rastreabilidade foi melhor identificada no grupo II e no mapa mental, respectivamente. Indícios de que o uso de mapas mentais para a rastreabilidade de requisitos pode ser uma alternativa viável.

Tabela 4.9: Tabela de dados das perguntas 01 e 08.

	Resposta	Modelo A		Modelo B	
		Doc. Esp. Req	Mapa Mental	Mapa Mental	Doc. Esp. Req.
P1	Sim	43,8%	37,5%	21,1%	31,6%
	Não	06,3%	12,5%	28,9%	18,4%
P8	Sim	18,8%	15,6%	26,3%	23,7%
	Não	31,3%	34,4%	23,7%	26,3%

Tabela 4.10: Tabela de dados das perguntas 02 e 07.

	Resposta	Modelo A		Modelo B	
		Doc. Esp. Req	Mapa Mental	Mapa Mental	Doc. Esp. Req.
P2	Sim	12,5%	31,3%	34,2%	18,4%
	Não	37,5%	18,8%	15,8%	31,6%
P7	Sim	09,4%	43,8%	39,5%	28,9%
	Não	40,6%	06,3%	10,5%	21,1%

Tabela 4.11: Totais obtidos sobre a rastreabilidade dos requisitos.

Resposta	Pergunta	Por Grupo		Por Objeto de Estudo	
		Grupo I (Modelo A)	Grupo II (Modelo B)	Doc. Esp. Req.	Mapa Mental
Sim	P2	21,9%	26,3%	15,5%	32,8%
	P7	26,6%	34,2%	19,2%	41,7%
Não	P2	28,2%	23,7%	34,6%	17,3%
	P7	23,5%	15,8%	30,9%	08,4%
Desvio Padrão		03,3%	05,6%	02,6%	06,3%

Tempo gasto para encontrar informações

A Tabela 4.12 apresenta os dados sobre o tempo gasto para a busca de informações durante o experimento. Estes dados são obtidos através das perguntas 03, 04 e 05 do questionário.

- **Pergunta 03:** Tempo gasto para responder a pergunta anterior (pergunta 02) foi superior ou inferior a 30 segundos?
- **Pergunta 04:** O tempo gasto para verificar se o requisito que afirma que “os atributos de um requisito podem ser acrescentados, removidos ou alterados” foi superior ou inferior a 15 segundos.
- **Pergunta 05:** O componente <id> de um identificador não pode aceitar valor nulo. Gastou mais ou menos de 10 segundos para encontrar esta informação?

Através da análise da Tabela 4.13 e dos gráficos (Figuras 4.7(a) e 4.7(b)) tem-se que o grupo II e o mapa mental apresentam o melhor tempo para buscar/encontrar informações. Outro indício de que o uso de mapas mentais para a busca de informações pode ser, mais uma vez, uma alternativa viável.

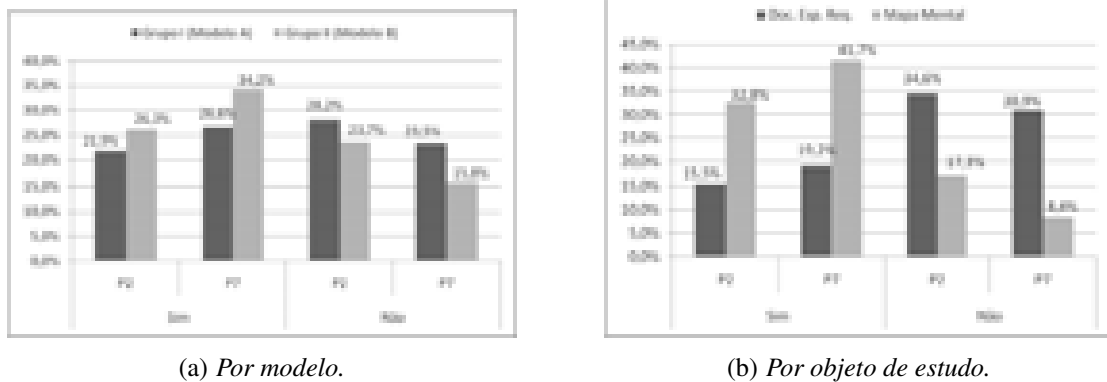


Figura 4.6: Gráficos obtidos da Tabela 4.11.

Tabela 4.12: Tabela de dados das pergunta 03, 04 e 05.

Resposta	Modelo A		Modelo B		
	Doc. Esp. Req	Mapa Mental	Mapa Mental	Doc. Esp. Req.	
P3	Mais	37,5%	21,9%	36,8%	23,7%
	Menos	12,5%	28,1%	13,2%	26,3%
P4	Mais	40,6%	28,1%	21,1%	39,5%
	Menos	09,4%	21,9%	28,9%	10,5%
P5	Mais	34,4%	25,0%	21,1%	28,9%
	Menos	15,6%	25,0%	28,9%	21,1%

Consistentes

A Tabela 4.14 apresenta os dados sobre a consistência dos requisitos, isto é, a não existência de conflitos com outros requisitos. Estes dados são obtidos através das perguntas 06, 10 e 11 do questionário.

- **Pergunta 06:** Todo requisito é único e está identificado corretamente?
- **Pergunta 10:** É possível afirmar que os requisitos são suficientes, isto é, não existem requisitos conflitantes.
- **Pergunta 11:** Os requisitos estão descritos em um nível de detalhe suficiente para que sejam compreendidos.

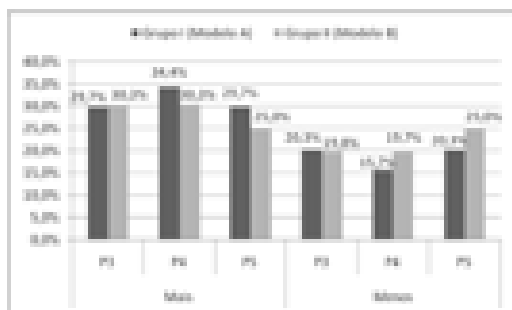
Através da análise da Tabela 4.15 e dos gráficos (Figuras 4.8(a) e 4.8(b)) tem-se que não é possível obter resultados sólidos. O desvio padrão encontrado é elevado e torna inconclusivo o resultado obtido. Indício de que outros estudos são necessários para um resultado mais conclusivo a respeito desta característica.

Custo, prioridade, importância

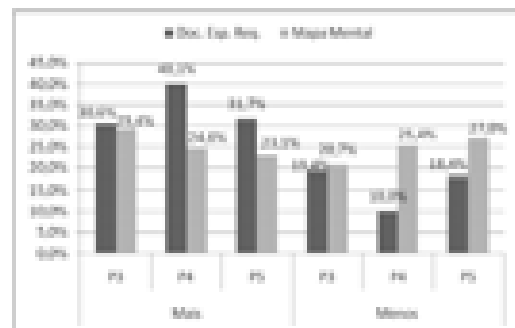
Pergunta 09: Os atributos dos requisitos (custo, prioridade, importância) são fáceis de serem identificados?

Tabela 4.13: Totais obtidos sobre tempo gasto para encontrar informações.

Resposta	Pergunta	Por Grupo		Por Objeto de Estudo	
		Grupo I (Modelo A)	Grupo II (Modelo B)	Doc. Esp. Req.	Mapa Mental
Mais	P3	29,7%	30,3%	30,6%	29,4%
	P4	34,4%	30,3%	40,1%	24,6%
	P5	29,7%	25,0%	31,7%	23,1%
Menos	P3	20,3%	19,8%	19,4%	20,7%
	P4	15,7%	19,7%	10,0%	25,4%
	P5	20,3%	25,0%	18,4%	27,0%
Desvio Padrão		02,7%	03,0%	05,2%	03,3%



(a) Por modelo.



(b) Por objeto de estudo.

Figura 4.7: Gráficos obtidos da Tabela 4.13.

Após a análise da Tabela 4.16 tem-se que os atributos dos requisitos (custo, prioridade, importância) são fáceis de identificar através do uso de mapas mentais. Que analisando sob a perspectiva dos grupos, o grupo II apresentou uma melhora na identificação dos atributos de um documento de especificação de requisitos após o uso inicial do mapa mental correspondente. E que sob a perspectiva dos objetos de estudos, os mapas mentais também são destaque.

4.3.3 Comparativo do terceiro grupo de perguntas sobre os dois modelos

O terceiro grupo de perguntas foi aplicado para todos os participantes e os dados quantitativos coletados estão na Tabela 4.17.

$$\%Dz = \frac{Dz}{(Dx + Dy + Mx + My)} \quad (4-2)$$

onde,

- **D** e **M** são os grupos I e II (Modelo A e Modelo B, respectivamente);

Tabela 4.14: Tabela de dados das perguntas 06, 10 e 11.

	Resposta	Modelo A		Modelo B	
		Doc. Esp. Req	Mapa Mental	Mapa Mental	Doc. Esp. Req.
P6	Sim	43,8%	43,8%	39,5%	44,7%
	Não	06,3%	06,3%	10,5%	05,3%
P10	Sim	03,1%	06,3%	07,9%	13,2%
	Não	46,9%	43,8%	42,1%	36,8%
P11	Sim	18,8%	25,0%	31,6%	42,1%
	Não	31,3%	25,0%	18,4%	07,9%

Tabela 4.15: Totais obtidos sobre a consistência dos requisitos.

Resposta	Pergunta	Por Grupo		Por Objeto de Estudo	
		Grupo I (Modelo A)	Grupo II (Modelo B)	Doc. Esp. Req.	Mapa Mental
Sim	P6	43,8%	42,1%	44,3%	41,7%
	P10	04,7%	10,6%	08,2%	07,1%
	P11	21,9%	36,9%	30,5%	28,3%
Não	P6	06,3%	07,9%	05,8%	08,4%
	P10	45,4%	39,5%	41,9%	43,0%
	P11	28,2%	13,2%	19,6%	21,7%
Desvio Padrão		19,6%	16,9%	18,2%	17,4%

Tabela 4.16: Tabela de dados da pergunta 09.

	Resposta	Modelo A		Modelo B	
		Doc. Esp. Req	Mapa Mental	Mapa Mental	Doc. Esp. Req.
P9	Sim	09,4%	31,3%	31,6%	18,4%
	Não	46,9%	43,8%	42,1%	36,8%

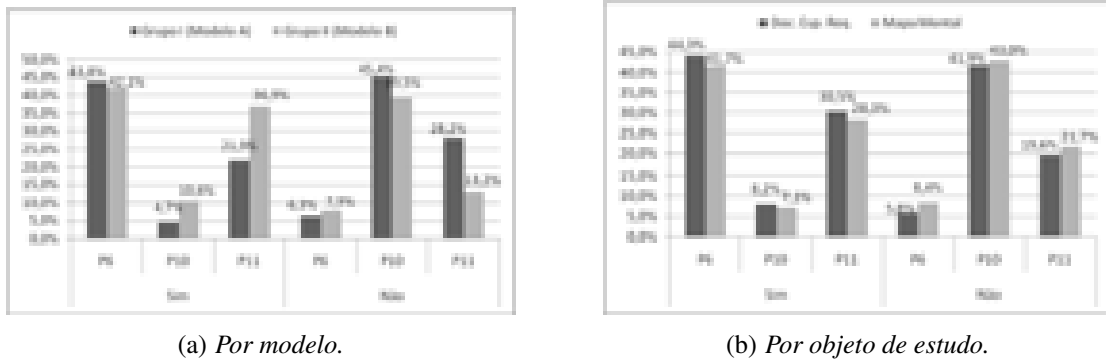
- **x** refere-se a primeira opção de resposta da pergunta *k* do questionário;
- **y** refere-se a outra opção de resposta da pergunta *k* do questionário; e
- **z** = x ou y.

Sendo que *k* varia entre **1 e 9** (quantidade de perguntas para cada grupo do experimento). Por exemplo, ao aplicar a fórmula para primeira resposta do grupo I (Modelo A) da Tabela 4.17 tem-se que:

$$\frac{3}{(3 + 13 + 3 + 16)} = 0,094 = 9,4\%$$

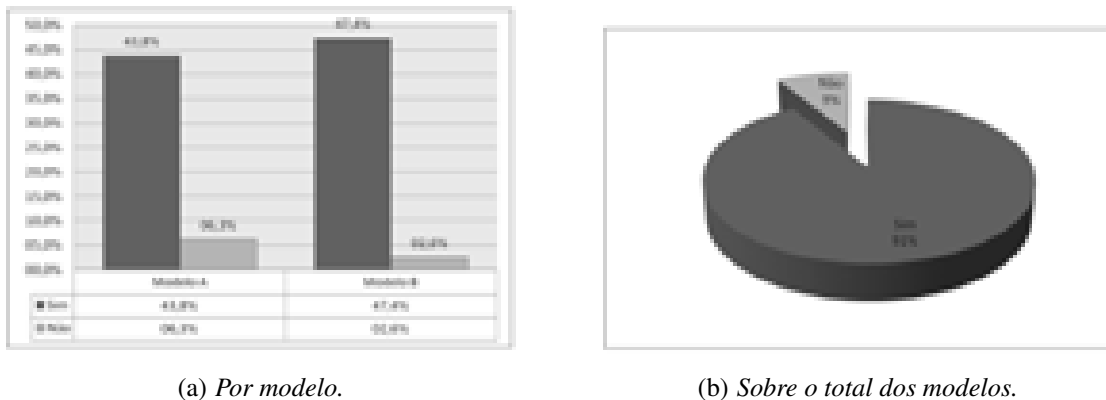
Após a aplicação da fórmula 4-2 na Tabela 4.17 tem-se a Tabela 4.18 resultante. E os resultados compilados sobre as perguntas são comentados a seguir:

1. **Pergunta 1** - 82,7% afirmam que através dos mapas mentais a compreensão dos requisitos se tornou mais simples e dinâmica (Figura 4.12);



(a) Por modelo.

(b) Por objeto de estudo.

Figura 4.8: Gráficos obtidos da Tabela 4.15.

(a) Por modelo.

(b) Sobre o total dos modelos.

Figura 4.9: (a) e (b) Resultados obtidos para a questão do uso de uma ferramenta semelhante ao MindOmo mas voltada para a engenharia de requisitos.

2. **Pergunta 2** - 51,8% dos participantes afirmam que o formato que apresenta um resultado mais completo ao final da atividade exercida por um engenheiro de requisitos é um mapa mental (Figura 4.10).
3. **Pergunta 3** - Em torno de 88% das pessoas entrevistadas afirmaram no questionário que consideram o uso de mapas mentais como um benefício para a comunicação com os stakeholders (Figura 4.13).
4. **Pergunta 4** - Em torno de 94% concordam que mapa mental poderia ser considerada ferramenta adicional para as atividades dos engenheiros de requisitos (Figura 4.11);
5. **Pergunta 5** - Em torno de 43% afirmam que os mapas mentais são suficientes para a compreensão dos requisitos.
6. **Pergunta 6** - Em torno de 52% afirmam que os mapas mentais são suficientes para o registro de requisitos (Figura 4.14).
7. **Pergunta 7** - Somente 35% afirmam que os mapas mentais são suficientes para compreensão e registro de requisitos.
8. **Pergunta 8** - Em torno de 91% afirmam que adotariam o uso de uma ferramenta

Tabela 4.17: Resultado do terceiro grupo de perguntas.

		A	B	Total	
1	A compreensão dos requisitos foi mais simples e dinâmica através do uso de um document de especificações ou um mapa mental?	DER	03	03	06
		MM	13	16	29
2	Qual dos dois formatos torna o resultado final do trabalho de um engenheiro de requisitos mais completo? Documento de especificação ou Mapa Mental	DER	07	10	17
		MM	09	09	18
3	Você acha que a comunicação com o stakeholder seria beneficiada com o uso de mapa mental?	Sim	14	17	31
		Não	02	02	04
4	É uma ferramenta adicional ou desnecessária para os engenheiros de requisitos?	ADD	15	18	33
		DESN	01	01	02
5	Os mapas mentais são suficientes para a compreensão (elicitação) do requisitos?	Sim	08	07	15
		Não	08	12	20
6	Os mapas mentais são suficientes para o registro dos requisitos?	Sim	10	08	18
		Não	06	11	17
7	Os mapas mentais são suficientes para a compreensão e registro dos requisitos?	Sim	07	05	12
		Não	09	14	23
8	Você adotara o uso de uma ferramenta que utiliza os princípios referentes ao conceito de mapas mentais para o registro de requisitos?	Sim	15	17	32
		Não	01	02	03
9	Se existisse uma ferramenta semelhante ao MindOmo mas voltada para a engenharia de requisitos, você a utilizaria?	Sim	14	18	32
		Não	02	01	03

DER = Documento de Especificação de Requisitos
MM = Mapa Mental
ADD = Adicional
DESN = Desnecessário

que utiliza os princípios referentes ao conceito de mapas mentais para o registro de requisitos.

9. **Pergunta 9** - Em torno de 90% afirmam que utilizariam uma ferramenta semelhante ao MindOmo mas voltada para a engenharia de requisitos (Figura 4.9);

4.3.4 Análise qualitativa dos resultados

Durante a execução, os participantes expressaram textualmente os pontos positivos e negativos encontrados durante o uso de um ou outro objeto de estudo. A seguir são listados pontos relevantes para a investigação realizada.

Em relação ao documento de especificação de requisitos

Pontos positivos:

1. Para quem conhece o padrão [1] para o documento de especificação de requisitos, há facilidade em saber onde está cada informação;
2. Assuntos relativos a um mesmo tema, se encontram agrupados.

Pontos negativos:

Tabela 4.18: Resultado do terceiro grupo de perguntas em porcentagem.

		A	B	Total	
1	A compreensão dos requisitos foi mais simples e dinâmica através do uso de um document de especificações ou um mapa mental?	DER	09,4%	07,9%	17,3%
		MM	40,6%	42,1%	82,7%
2	Qual dos dois formatos torna o resultado final do trabalho de um engenheiro de requisitos mais completo? Documento de especificação ou Mapa Mental	DER	21,9%	26,3%	48,2%
		MM	28,1%	23,7%	51,8%
3	Você acha que a comunicação com o stakeholder seria beneficiada com o uso de mapa mental?	Sim	43,8%	44,7%	88,5%
		Não	06,3%	05,3%	11,5%
4	É uma ferramenta adicional ou desnecessária para os engenheiros de requisitos?	ADD	46,9%	47,4%	94,2%
		DESN	03,1%	02,6%	05,8%
5	Os mapas mentais são suficientes para a compreensão (elicitação) do requisitos?	Sim	25,0%	18,4%	43,4%
		Não	25,0%	31,6%	56,6%
6	Os mapas mentais são suficientes para o registro dos requisitos?	Sim	31,3%	21,1%	52,3%
		Não	18,8%	28,9%	47,7%
7	Os mapas mentais são suficientes para a compreensão e registro dos requisitos?	Sim	21,9%	13,2%	35,0%
		Não	28,1%	36,8%	65,0%
8	Você adotara o uso de uma ferramenta que utiliza os princípios referentes ao conceito de mapas mentais para o registro de requisitos?	Sim	46,9%	44,7%	91,6%
		Não	03,1%	05,3%	08,4%
9	Se existisse uma ferramenta semelhante ao MindOmo mas voltada para a engenharia de requisitos, você a utilizaria?	Sim	43,8%	47,4%	91,1%
		Não	06,3%	02,6%	08,9%

DER = Documento de Especificação de Requisitos

MM = Mapa Mental

ADD = Adicional

DESN = Desnecessário

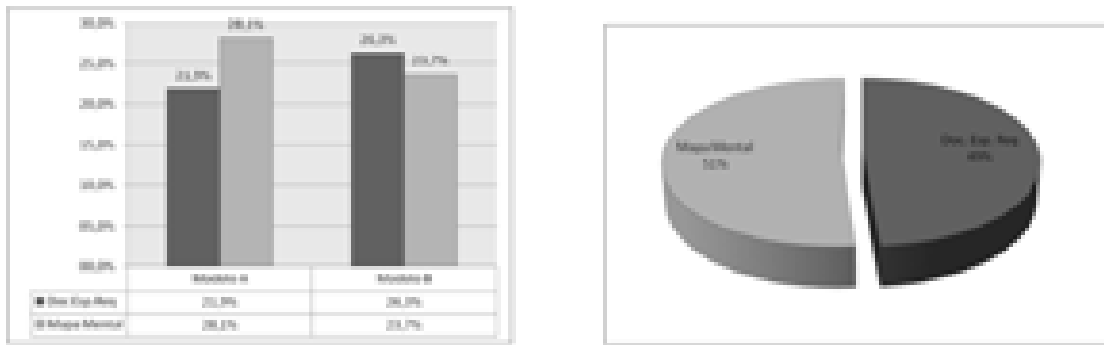
1. Não há uma visão geral das interdependências entre os requisitos
2. Ambiguidade nos termos utilizados nas descrições dos requisitos;
3. Dificuldade de rastrear e compreender os requisitos;
4. Deve-se ler todo o documento para se ter uma visão geral e para distinguir os requisitos conflitantes e ambíguos.
5. Tempo de busca de informações é alto;
6. Dificuldade de identificar os impactos de uma mudança.

Os participantes expressam textualmente os benefícios e as dificuldades encontradas no uso de uma especificação de requisitos e ressaltam a necessidade da investigação.

Em relação ao mapa mental

Pontos positivos:

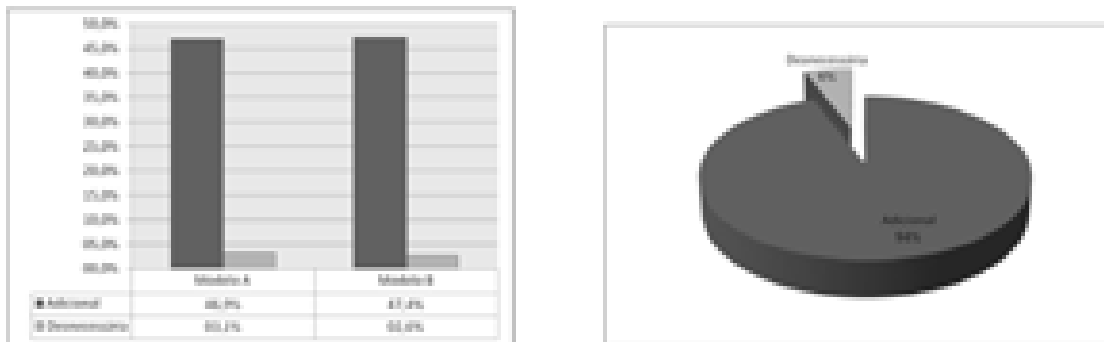
1. Facilidade na identificação de relacionamentos entre os requisitos.
2. Facilidade na identificação dos atributos dos requisitos;
3. Possibilidade de visualizar a complexidade do sistema como um todo;
4. Facilidade na localização dos requisitos e na compreensão dos mesmos;



(a) Por modelo aplicado.

(b) Sobre o total dos modelos.

Figura 4.10: (a) e (b) Resultados obtidos para a questão sobre o formato que torna o resultado final do trabalho de um engenheiro de requisitos mais completo.



(a) Por modelo aplicado.

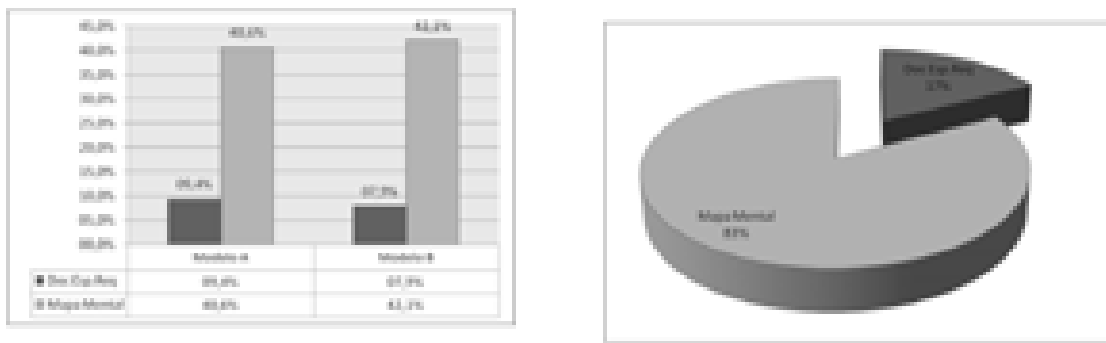
(b) Sobre o total dos modelos.

Figura 4.11: (a) e (b) A opinião dos entrevistados sobre a ferramenta (mapa mental) para os engenheiros de requisitos.

5. Facilidade de identificar o impacto de uma mudança;
6. Possibilidade de diminuir os conflitos e ambiguidades entre requisitos devido a sua forma de visualização;
7. Melhora na capacidade de dividir o problema durante o trabalho.

Pontos negativos:

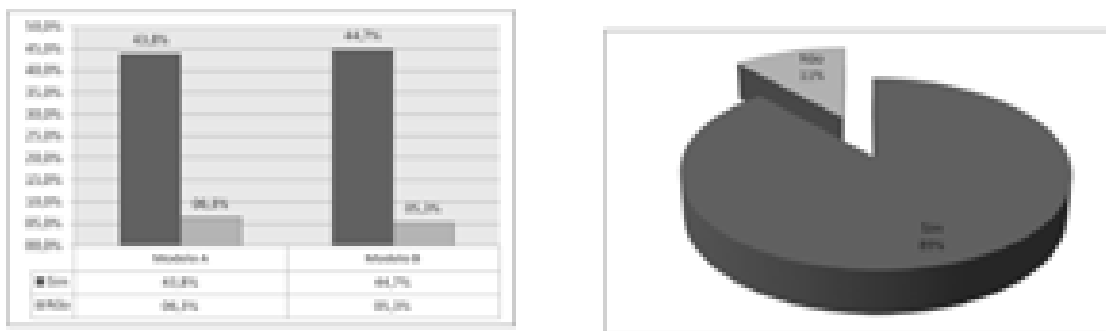
1. Dificuldade em encontrar maiores informações pois é necessário clicar no ícone correspondente para visualizar as informações;
2. Dificuldade de compreensão;
3. Demora na resposta do servidor WEB;
4. Quantidade elevada de informações, aumentam o tamanho do mapa e para obter algumas informações é necessário compreender o mapa como um todo, dificultando assim o entendimento do todo;
5. Mais complicado de ser visto no computador. Para ver o todo, o documento precisa ter zoom bastante pequeno;



(a) Por modelo aplicado.

(b) Sobre o total dos modelos.

Figura 4.12: (a) e (b) Opinião dos entrevistados sobre qual documento a compreensão dos requisitos é mais simples e dinâmica.



(a) Por modelo aplicado.

(b) Sobre o total dos modelos.

Figura 4.13: (a) e (b) A comunicação com os stakeholders é beneficiado com o uso de mapas mentais.

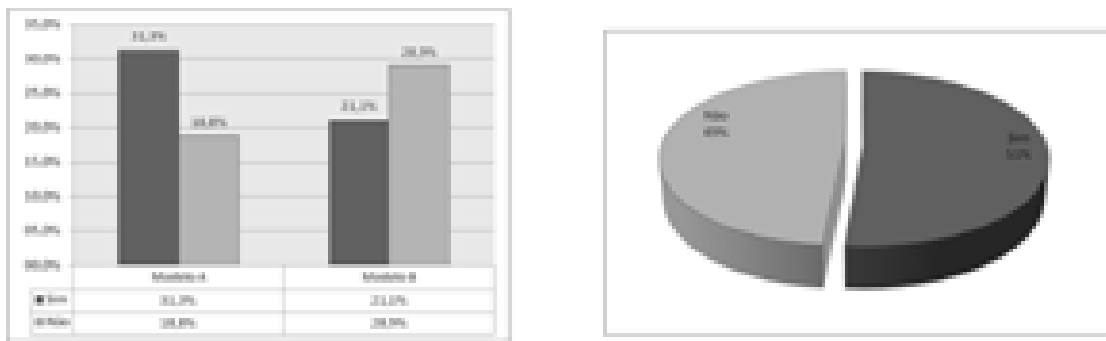
6. A leitura não é linear. É preciso procurar os requisitos e isto não é muito bom quando se está lendo uma ERS pela primeira vez.

Os pontos positivos listam os benefícios enquanto que os pontos negativos comprovam a necessidade de adequar uma ferramenta para o uso de mapas mentais nas atividades dos engenheiros de requisitos. Adequações necessárias estão descritos como cenários no Capítulo 3.

Comentários pessoais dos participantes

Os comentários a seguir são de participantes do experimento, como forma de contribuição:

1. “Eu utilizaria a ferramenta pois acredito que uma ERS é muito mais consultada do que lida, então creio que seja uma ferramenta relevante neste sentido.”
2. “Para projetos grandes, a representação do mapa mental do TODO seria mais complicada, demandando um modelo gigantesco e mais complicado de navegar.”



(a) Por modelo aplicado.

(b) Sobre o total dos modelos.

Figura 4.14: (a) e (b) Opinião dos entrevistados sobre a possibilidade de utilizar um dos métodos para registrar os requisitos.

Mesmo assim, sua rastreabilidade ganha bastante do "modelo da IEEE 830". Eu utilizaria alguma ferramenta para a geração desse tipo de mapa mental, pois tal representação ajuda não somente a ter idéias gerais de cada requisito, mas sua relação com outros requisitos e com outros módulos. Gostaria bastante de ter uma representação da ligação de tudo, para inclusive saber como dividir o trabalho e gerir mudanças, pois a rastreabilidade é muito bem definida no modelo. Nenhum método é completo. Um completa o outro”

3. “Geração do documento de ERS baseado nos requisitos e informações contidas no diagrama.” “Eu usaria exatamente pela facilidade de enxergar as principais características de cada requisito. E disponibilizar uma opção para gerar relatórios no formato de um documento de especificação "tradicional".” A funcionalidade relatada, esta descrita no Capítulo 3 Seção 3.12.
4. “Organização nos grafos com a finalidade de não poluir tanto a visualização.”. Para isso a ferramenta deveria permitir que os tópicos fossem deslocados e direcionados para qualquer direção. Infelizmente, a ferramenta utilizada (MindOmo) para o experimento não contempla esta funcionalidade, nele os tópicos são organizados de forma delimitada.
5. “O mapa mental, ao meu ver, agrega muita informação visual, possibilitando que se veja rapidamente informações importantes, como relacionamentos entre requisitos, as quais não ficam tão evidentes em outras formas de documentação.” Esta observação é contemplada no Capítulo 3 Seção 3.10.

Os comentários reforçam que a continuidade da investigação é uma boa alternativa e é uma forma de comprovar através de outros experimentos que o uso de mapas mentais para o registro de requisitos é viável e promissora.

4.4 Conclusões

Este capítulo apresentou o estudo de caso sobre o uso de mapas mentais na atividade de registro de requisitos. Baseou-se na especificação de requisitos do sistema Kraho [16], conhecido como Mogno e o mapa mental correspondente (Anexo C), que foi desenvolvido conforme adequações descritas no Capítulo 3.

Os resultados analisados mostram indícios de que o uso de mapas mentais para registro de requisitos são uma alternativa viável, mas não são suficientes para uma comprovação efetiva. Investigações mais consistentes (trabalhos futuros), contudo, deverão ser realizadas.

Considerações Finais

As atividades relacionadas à engenharia de requisitos demonstram que são necessárias inovações quanto a obtenção de informações junto aos interessados [40, 15, 19, 32, 17, 33, 3, 8, 10, 44], e formas de documentar essas informações para que todos de uma equipe possam se comunicar de maneira clara e sem ambiguidades.

A solução utiliza mapas mentais para o registro de requisitos. Dadas as evidências de que mapas mentais são “boas” candidatas para a percepção de informações nelas registradas (Seção 2.2), o presente trabalho apresentou sugestões de mudanças nos mapas mentais (Capítulo 3) baseados em características desejáveis (Seção 2.5) e, uma vez disponível a notação, um mapa mental correspondente a uma ERS em linguagem natural foi produzido. Em seguida, tal ERS e o mapa mental correspondente foram empregados em um experimento. O experimento forneceu insumos para a investigação.

Do total de 49 participantes, 35 participantes eram válidos (Subseção 4.2.3). Estes participantes foram divididos em dois grupos (Subseção 4.2.3) com o intuito de também investigar se a ordem entre os objetos de estudos utilizados influenciaria no resultado final obtido. Com esta divisão a quantidade de participantes válidos de cada grupo não foi homogênea devido a validação dos dados ocorrer após a aplicação do experimento. Grupo I (modelo A) com 16 participantes válidos e grupo II (modelo B) com 19 participantes válidos.

Dados quantitativos foram transcritos para as Tabelas 4.3 (pág. 56) e 4.17 (pág. 67) mas devido a diferença na quantidade de participantes entre os grupos, viu-se a necessidade de converter os dados em porcentagem, Tabelas 4.6 (pág. 58) e 4.18 (pág. 68). Esta conversão é melhor detalhada na Subseção 4.3.1 e na Subseção 4.3.3.

Através da análise dos resultados obtidos (Seção 4.3) foram identificados indícios positivos do uso de mapas mentais nas atividades relacionadas à engenharia de requisitos. Os dados sinalizam a facilidade da compreensão e comunicação entre os envolvidos e que a ordem de utilização dos objetos de estudo não influenciou no resultado final (Figura 4.5).

E indícios negativos, como: a quantidade elevada de requisitos refletem no tamanho do mapa, e dificultam a compreensão; e a demora na resposta do servidor WEB.

As contribuições deste trabalho são referentes ao estudo da possibilidade de comprovar que o uso dos mapas mentais, a princípio, é uma ferramenta a ser considerada nas atividades da engenharia de requisitos. E adequações necessárias para que uma ferramenta [24] existente para mapas mentais possa atender as funcionalidades e necessidades desejadas nas atividades referentes ao registro de requisitos.

O trabalho mostra a viabilidade do uso de mapas na engenharia de requisitos (assunto praticamente ignorado pela literatura especializada). Conforme seção seguinte outros estudos ainda serão necessários para tornar o viável em útil.

5.1 Trabalhos Futuros

Os trabalhos sugeridos seguem a orientação de equipar estudos e análises futuras com insumos que complementem os resultados aqui obtidos. Incluem:

- Planejamento e execução de outros experimentos com o intuito de obter um maior número de informações sobre a aplicação de mapas mentais nas atividades de engenharia de requisitos, envolvendo outros projetos reais.
- Desenvolvimento de ferramenta com as adequações propostas (Capítulo 3) e seguida de avaliação com engenheiros de requisitos e cenários reais.
- Definição mais rigorosa dos experimentos de tal forma a oferecer uma sólida confiabilidade nos resultados produzidos, e em conformidade com práticas aceitas [41].

Referências Bibliográficas

- [1] **IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications.** *IEEE Std 830-1998*, p. –, Oct 1998.
- [2] **Adobe Acrobat Reader.** Disponível em: <<http://www.adobe.com/products/reader/>>, acessado em março de 2009.
- [3] BHAT, J. M.; GUPTA, M.; MURTHY, S. N. **Overcoming Requirements Engineering Challenges: Lessons from Offshore Outsourcing.** *IEEE Software*, 23(5):38–44, 2006.
- [4] BUZAN, T.; BUZAN, B. **The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential.** Plume, March 1996.
- [5] **Borland CALIBER.** Disponível em: <<http://www.borland.com/us/products/caliber/>>, acessado em julho de 2007.
- [6] DE ESPINDOLA, R. S.; MAJDENBAUM, A.; AUDY, J. L. N. **Uma análise crítica dos desafios para engenharia de requisitos em manutenção de software.** In: Ridaio, M.; Cysneiros, L. M., editors, *WER*, p. 226–238, 2004.
- [7] **Telelogic DOORS.** Disponível em: <<http://www.telelogic.com/products/doors/>>, acessado em julho de 2007.
- [8] EBERT, C. **Understanding the product life cycle: Four key requirements engineering techniques.** *IEEE Software*, 23(3):19–25, 2006.
- [9] **FreeMind.** Disponível em: <<http://freemind.sourceforge.net/>>, acessado em fevereiro de 2008.
- [10] GLINZ, M.; WIERINGA, R. J. **Guest editors' introduction: Stakeholders in requirements engineering.** *IEEE Software*, 24(2):18–20, 2007.
- [11] HIRANABE, K. **Agile Modeling with Mind Map and UML.** Disponível em: <<http://www.change-vision.com/en/agilemodelingwithmindmapanduml.pdf>>, acessado em fevereiro de 2009.

- [12] **INCOSE Requirements Management Tools Survey.** Disponível em: <<http://www.incose.org/ProductsPubs/products/rmsurvey.aspx>>, acessado em janeiro de 2009.
- [13] **INTELIMAP.** Disponível em: <<http://www.intelimap.com.br>>, acessado em fevereiro de 2008.
- [14] **JUDE - UML, ER, CRUD, DFD, Flowchart and Mind Map: Design and Modeling Tool.** Disponível em: <<http://jude.change-vision.com>>, acessado em março de 2008.
- [15] KIRNER, T. G.; SALVADOR, V. F. M. **Contribuição à engenharia de requisitos de ambientes virtuais.** In: *WER*, p. 263–273, 2004.
- [16] **Sistema Kraho.** Disponível em: <<http://www.assembla/kraho>>, acessado em agosto de 2008.
- [17] MAIDEN, N.; GIZIKIS, A. **Where do requirements come from?** *IEEE Software*, 18(5):10–12, 2001.
- [18] MAIDEN, N.; MANNING, S.; ROBERTSON, S.; GREENWOOD, J. **Integrating creativity workshops into structured requirements processes.** In: *DIS '04: Proceedings of the 5th conference on Designing interactive systems*, p. 113–122, New York, NY, USA, 2004. ACM.
- [19] MAIDEN, N.; SEYFF, N.; GRUNBACHER, P.; OTOJARE, O. O.; MITTEREGGER, K. **Determining stakeholder needs in the workplace: How mobile technologies can help.** *IEEE Softw.*, 24(2):46–52, 2007.
- [20] **Illumine Training - Mind Maps Examples.** Disponível em: <<http://www.mind-mapping.co.uk/mind-maps-examples.htm>>, acessado em agosto de 2009.
- [21] **Modelos e métodos para usar mapas mentais.** Disponível em: <<http://www.mindmapshop.com.br/info/produtos/8>>, acessado em agosto de 2009, 2008.
- [22] MILLEN, D. R.; SCHRIEFER, A.; LEHDER, D. Z.; DRAY, S. M. **Mind maps and causal models: Using graphical representations of field research data.** In: *CHI Extended Abstracts*, p. 265–266, 1997.
- [23] **Mindjet MindManager.** Disponível em: <<http://www.mindjet.com>>, acessado em março de 2008.
- [24] **MindOmo - Web-Based mind mapping software.** Disponível em: <<http://www.mindomo.com>>, acessado em fevereiro de 2008.

- [25] **Documento de Especificação de Requisitos do Sistema Kraho**. Disponível em: <<http://www.assembla.com/spaces/kraho/documents/>>, acessado em maio de 2009.
- [26] **NovaMind Mind Mapping Software**. Disponível em: <<http://www.novamind.com>>, acessado em março de 2008.
- [27] NUSEIBEH, B.; EASTERBROOK, S. **Requirements engineering: a roadmap**. In: *ICSE '00: Proceedings of the Conference on The Future of Software Engineering*, p. 35–46, New York, NY, USA, 2000. ACM Press.
- [28] PAULO ROBERTO SUZUKI. **Mind Mapping - Uma técnica alternativa para acelerar a aquisição de conhecimento**. Disponível em <http://www.emind.info/mmp/MindMapping_artigo_Suzuki.pdf>, acessado em fevereiro de 2008.
- [29] PRESSMAN, R. S. **Engenharia de Software**. McGrawHill, 6a. edition, 2006.
- [30] RAMOS, I. M. P. **Aplicações das Tecnologias de Informação que suportam as Dimensões Estrutural, Política, Simbólica do Trabalho**. PhD thesis, Departamento de Sistemas de Informação – Universidade do Minho, 2000.
- [31] **Rational Requisite Pro**. Disponível em: <<http://www-306.ibm.com/software/awdtools/reqpro>>, acessado em julho de 2007.
- [32] ROBERTSON, S.; ROBERTSON, J. **Requirements-Led Project Management: Discovering David's Slingshot**. Addison-Wesley Professional, 2004.
- [33] SINHA, V.; SENGUPTA, B.; CHANDRA, S. **Enabling Collaboration in Distributed Requirements Management**. *IEEE Software*, 23(5):52–61, 2006.
- [34] SOCIEDADE SOFTEX. **Mps.BR - Melhoria de Processo do Software Brasileiro - Guia Geral (Versão 1.1)**. Disponível em <http://www.softex.br/mpsbr/_guias/MPS.BR_Guia_Geral_V1.1.pdf>, acessado em Fevereiro de 2007, 2006.
- [35] SOMMERVILLE, I. **Engenharia de Software**. Pearson Addison-Wesley, 8a. edition, 2007.
- [36] SOMMERVILLE, I.; KOTONYA, G. **Requirements Engineering: Processes and Techniques**. John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, USA, 1998.
- [37] **Projeto SysReq - Ferramenta de Apoio a Engenharia de Requisitos**. Disponível em: <<http://sysreq.incubadora.fapesp.br/>>, acessado em novembro de 2006.

- [38] TONY BUZAN. **Buzan World, Mind Maps.** Disponível em <<http://www.buzanworld.com/mindmaps>>, acessado em fevereiro de 2008.
- [39] VIVIANE BOVO. **Mapas Mentais.** Disponível em <<http://www.idph.net/artigos/novaeducacao/mapasmentais.php>>, acessado em fevereiro de 2008.
- [40] WESTFALL, L. **The What, Why, Who, When and How of Software Requirements.** In: *ASQ World Conference on Quality and Improvement Proceedings*, volume 0, p. 97–104, New Settle, WA, USA, May 2005.
- [41] WOHLIN, C.; RUNESON, P.; HÖST, M.; OHLSSON, M. C.; REGNELL, B.; WESSLÉN, A. **Experimentation in Software Engineering: An Introduction.** Kluwer Academic Publishers, Boston, 1999.
- [42] YOUNG, R. R. **The Requirement Engineering Handbook.** Artech House, 2004.
- [43] ZAVE, P. **Classification of research efforts in requirements engineering.** *ACM Comput. Surv.*, 29(4):315–321, 1997.
- [44] ZHANG¹, W.; MEI, H.; ZHAO, H. **Feature-driven requirement dependency analysis and high-level software design.** *Requirements Engineering*, 11(3):205–220, jun 2006.